

树的秘密语言



作 者：[德]彼得·渥雷本 / 彼得·沃雷本

出版社：北京联合出版公司

译 者：陈怡欣

出版年：2019-8

页 数：320

定 价：59.9 元

装 帧：精装

ISBN：9787559634757

目录

Chapter 1: 树木的语言	10
写真: 橡树	15
Chapter 2: 树木的交替	18
写真: 桦树	24
Chapter 3: 树木的生长	27
早熟型与晚熟型	31
Chapter 4: 树木的外观	35
树冠大小	42
纤细或粗壮的选择	46
写真: 云杉	49
Chapter 5: 神秘的树根	51
土壤的差异	53
岌岌可危的候选人	56
横向发展	59
帮手的效用	60
重力腿的作用	62
胡闹般的肆意生长	65

Chapter 6: 权力与地位	67
骨骼	69
有缺陷的工程	72
形成双主干的树干	74
条状隆起与裂痕	78
波浪状生长的纹路	80
腐蚀	81
雷击	84
根株萌芽	87
Chapter 7: 勤劳与懒惰	92
不同的生长模式	94
写真: 椴树 (Linde)	95
树木的朋友	97
懒惰虫	102
树枝透露的信息	105
回生枝	110
写真: 杨树	111
Chapter 8: 盔甲与软肋	113
树木的形成层	115
输送养分的韧皮部	116
树木的坚固盔甲	120
枝干掉落留下的疤痕	122

领环的功用	131
其他的伤疤	133
树皮上的褶皱	134
长胡子的树木	138
树木的眼泪	140
写真：千金榆	143
Chapter 9：勇敢与随性	145
冒险家与胆小鬼	147
随性的树木	152
终年常绿的树种	155
树木的排泄作用	158
大扫除	162
写真：野生欧洲甜樱桃	165
Chapter 10：生存与毁灭	167
Chapter 11：计划与策略	174
Chapter 12：大自然的摩尔斯密码	182
Chapter 13：生命的奥秘	186
Chapter 14：权力的游戏	190
Chapter 15：友情的尺度	194
可怕的恶魔	198
树木国民住宅	202
写真：松树	205

Chapter 16: 同类的威胁	207
写真: 欧洲山毛榉	213
Chapter 17: 岁月的变迁	215
神木	222
最长寿的树木	226
Chapter 18: 盛宴的尾声	229
Chapter 19: 人类的行为	234
写真: 苹果树	237
人类的种植行为	239
树木的地下室	242
多余的废土	245
合二为一的嫁接	247
剪枝	253
果树的修剪	261
活生生的柱子	264
屋前的大树	266
培植接班人	271
中乐透	273
铜钉传奇	274
接触生长的神迹	278
Chapter 20: 生病的苦恼	282
缺水的问题	284

树液输送中断	287
生病的叶子	289
枯枝	291
晒伤的树皮	296
上细下粗的大脚	298
温带气旋的损害	300
树癌	305
融雪盐的影响	307
Chapter 21: 无法避免的担忧	310
狩猎制度的影响	312
外来移民	317
森林退化	321
发烧的病人	325
灭绝	329
人工择伐的后果	331
后记: 独特的价值与共享时光	335
附录: 中德名词用语对照	338

不只写树，更写人与树的联结

学会倾听树语， 潜入树的神秘世界

Chapter 1: 树木的语言

其实我们处在一个叽叽喳喳的植物世界中



我们可以从树木外表读出：

它是否安康，以及它的出生与未来的去向。

了解了树木的肢体语言，对我们来说，

这个巨大的植物就如同一本打开的书，

一目了然。

树木，无声无息地伫立在花园里，让人感到如此的莫测高深。盛夏时，它无私地献出树荫；秋天时，色彩缤纷的树叶在风的肆意吹拂下，发出沙沙簌簌的声音。水果树、坚果树填饱了我们的肚子，也满足了我们的口腹之欲；树木还可以成为吊床或是秋千的支架，或是成为一个能够彰显屋前风格的元素。树木，是地球上最强壮的生物，有着最长的生命，但我们对这巨大生物的了解却少之又少。有时，我们会感觉粗糙的树皮下一一定还隐藏着更多秘密，而那是我们在第一眼看到树木时无法知晓的。

直到近十几年来，这个神秘舞台才略为人知。20 世纪 70 年代，科学家们有了个令人兴奋的发现，他们在非洲热带草

原区 (Savannen Afrikas)¹ 观察到, 如非洲羚羊及长颈鹿等草食性动物啃食最爱的非洲金合欢的树叶时, 有着奇特的行径:

首先, 它们会啃咬一棵金合欢几分钟, 但不会等到吃饱才停下来。当叶子一被咬食, 金合欢就会分泌有苦味的物质, 让羚羊和长颈鹿不想再吃, 然后羚羊和长颈鹿就会转往 50 到 100 米远的地方, 寻找下一棵没有苦味的金合欢。为什么是 50 到 100 米远呢?

科学家发现, 在短短几分钟内, 附近所有的金合欢都会有苦味。草食动物知道了这点, 便本能地到一段距离外才会继续吃叶子。令人好奇的是, 其他金合欢是如何知道威胁迫近了呢? 答案是一种被称为“乙烯”(Ethylen) 的气体。最初被咬食的金合欢会释放出乙烯, 这种化学求救信号会警告周遭的金合欢做出适当的回应。

近期, 科学家从许多不同树种中均发现这种警告信号, 大部分植物很可能具有一套化学通信系统, 使得我们整天身处一个叽叽喳喳、活泼生动的植物世界中。有些警告信号是有特殊作用的, 比如某些树木被毛毛虫啃食后, 会发出吸引毛毛虫天敌的信号, 通知它们这里有好吃的毛毛虫, 以此保护自己。虽然这方面的研究还不够深入, 但可以据此推断,

树木有着词汇广泛的“气味文字”。

即使当今的社会讲求科学和理性，我们也必须承认，植物除了有通信能力外，还有其他的能力，比如感觉。当昆虫啃食树皮时，树木一定会感到疼痛，同时释出防御物质，警告附近的同伴防范应变。然而对多数人而言，承认树木有感觉是很离谱的事情。相对的，如果说动物是有感觉的，却不会造成大部分人认知上的困扰，即动物与人类非常相似。没错，虽然有些动物有多只脚、多只眼睛，脑袋也比较小，但基础结构与人类相似。然而，植物就不同了，有如从外太空来的异形，它们没有像动物一般清晰明了的中央神经系统，终其一生，一动也不动地固定在同一个位置生长，让活泼好动的人类很难体会与想象，也使得人们要了解这种生物难上加难。

这些区分动物和植物的想法其实非常霸道又武断。植物可以自己产生养分，自给自足，动物却要依靠其他生物维生。但以此却可以区分出一方是有感觉、能传达信息的生物（动物），另一方则是自行运作的生物机器人（植物），这种观念其实在新研究中已不再是主流。不只在农业和林业，整个社会都视植物为物体而不是生物，因此即便人类轻率地对待植物，也不会觉得有什么问题。如果我们正视目前科学界的研究结果，那在高喊善待动物的同时，植物也应该享受同样的

待遇，但目前我们的社会却离这一步还很遥远。

如果能与树木相互沟通，想要进一步了解它们应该就比较容易了。可惜目前人类还没有发明与树木沟通的词典或专用译码机。即便喜爱树木的人已了解到树木之间会互相传递讯息，但这对让普通大众也相信树木会互相传递讯息这件事好像没有什么帮助。然而，我们还是可以听懂树木在说什么，即使它们只是静静地伫立着。

行为研究专家发现人们在对话时，可以在极短的时间内，依凭直觉从对方的基本神态中捕捉到其言语背后的心态，而对方的姿势与脸部表情能告诉我们的讯息胜过千言万语，并且影响着我们想传达的讯息。所以，想更多了解树木及它的状态，我们可以从学会读懂树木的肢体语言开始。

如果把树木当作人，与人类一般，树如其相，我们从树木外表可以读出：它是否安康及它的出生与未来的去向。只要我们知道从哪里去了解树木的肢体语言，对我们来说，这个巨大的植物就如同一本打开的书，一目了然。

我们了解了树木的肢体语言，就能帮助它们在我们的花园中尽可能顺利地成长；当它们面临危险时，我们也能适时介入，使其茁壮成长、生生不息，让我们的后代子孙也可以享受到树木所带来的欢乐。不论苹果树（Apfelbaum）、胡桃

树（Nussbaum）、悬铃木（Platane）、松树（Kiefer）、桦树（Birke），还是山毛榉（Buche）：每种树木都有自己的故事可以述说，叙述它们的特征是如何形成的，像树皮上的疤痕是怎么形成的，又如何在他的生命中留下深深的印记而变得独一无二的。本书将试着指引你更深入地了解树木和他周遭的一切。

欢迎你选修这堂另类的语言课！

写真：橡树

夏栎（Stieleiche；*Quercus robur*）与无梗花栎（Traubeneiche；*Quercus petraea*）是森林中最重要的两种橡树，然而令人遗憾的是，至今科学研究对这两种橡树所知甚少。这两种橡树彼此授粉、杂交，形成许多混血儿橡树，

所以即使到了现在，人们仍然没办法百分之百确定它们究竟是同一种还是两种不同的橡树。

除此之外，有德国代表树种之称的橡木实际上只是个虚名，因为从德国南部的阿尔卑斯山到北部的海滨，在人类还没有大面积改变地景之前，欧洲山毛榉才是德国天然分布最广的树种。



我们对于橡树树龄的了解也是非常有限的，人们经常一厢情愿地认为每个热门的旅游胜地都会有一棵千年神木等着游客造访，然而，实际上超过 500 年的橡树相当稀少。橡树是非常结实的树木，不论环境潮湿或干旱，土质坚硬或受霜寒，橡树都能逆来顺受；就算树干表皮有大面积的受伤，拜有天然保护罩的心材所赐，它仍能稳定生长。要是换作别的树种，则早已被侵蚀腐坏。橡树是阳性合群树种，喜欢阳光，也是居家花园中的最佳树种选择，最高不会超过 40 米。

Chapter 2: 树木的交替

从神话到人工林，人类的生存与树木息息相关



因大规模乱垦滥伐而造成土地退化的情形，

补救造林的工作就由当时应运而生的各州林务管理处接管。

大多数穷苦人民因为森林大面积消失，

在历经世代交替后，失去了认识森林的机会，

而产生对森林的恐惧。

人类的生存从古至今与树木息息相关，树木扮演着非常重要的角色。除了作为食物外，树木还给人类提供生活中最重要的天然资源：木材。没有树木，人类就没办法生柴取暖，无法搭建居住的帐篷，也无法制造能防卫或攻击的武器——若没有树木，原始人类可能会悲惨地绝迹，留下的只是一些进化演进中的奇闻逸事。

因此，树木这种强而有力的巨大生物受到人类拥护爱戴，被尊为神祇。日耳曼人将那些看似大主教堂的树林当作众神

居住的地方〔译注：日耳曼海纳众神的主教神殿（Haine der Germanen）属祭神用地〕，在那里膜拜、供祭动物牲品。然而天主教的传教士却砍伐所有可能被当作圣林的树林，然后在原地“种”上石造教堂，以达到同化异教徒的目的。



中世纪的欧洲因耕地需求，加上耕地外放牧牛羊群，因此毁林造田放牧，形成了半开放的地景。

在罗马最兴盛时期，山林树木被砍伐殆尽，后来罗马衰落，公元 400 年后，森林又渐渐地占领被遗弃的聚落荒田。然而，在这之后的 500 年，差不多就跟一棵树木正常寿命一

样长的时间，山林再度遭难，因人口增加而开垦荒地的人，再度把斧头伸向树木。当时地名的结尾常有伐林的含义，例如拉斯（-rath）、罗斯（-roth）、罗德（-rode）、罗伊特（-reuth），或费尔德（-feld）（译注：显示这些地区是经伐林辟地而成）。幸好，在这段时间，天然林地虽历经砍伐的厄运，仍旧保有面积相当可观的原生天然林。

中世纪发生的第二次大规模伐木，对林地的伤害更加严重。这次砍伐是为了辟地造田居住，木材被用作维持大量经济活动的原料和燃料。在此期间，新兴城镇如雨后春笋般出现，也因此被称为“木质时代”（Hölzernes Zeitalter）——一个不可能没有树木的时代。

即使到了工业化初期，工业所需的主要能源还是来自于木材，因此不断发生各种破坏林地的行为，烧炭工人把山毛榉和橡树堆在窑内，闷烧成炭，随处可见黑色的木炭与袅袅的黑烟。工人们在直径 5~10 米的圆形区域内，先把木头井然有序地层叠排列，再覆上泥土，最后在窑内点火增温，让木炭慢慢烧红，浓烟腾腾，持续闷烧约两周。烧炭工人会不时地注意火候，观察评估炭窑的状况，以免错过适当的时机冷却炭窑。当木头炭化后，窑工便引入附近的溪水将窑堆淋湿，此时最抢手的燃料就出炉了。那个时候，铁窑、玻璃窑或是盐场，都会直接在森林里设厂，就近取材，以便缩短木

炭运输的路程，但这也加速了森林的消失。

直到发现烟煤与褐煤并开采后，人类对森林无止境的掠夺才终止。之后，工业巨头将目标移至煤矿，采矿地点大部分都在德国鲁尔地区（Ruhrgebiet），那时他们靠着好像取之不竭的煤矿开始了无限制的扩张。

因大规模乱垦滥伐造成土地退化，补救造林的工作就由当时应运而生的各州林务管理处接管。在历经世代交替后，大多数的穷苦人民因为森林快速消失，失去了认识森林的机会，而产生对森林的恐惧。这种害怕受森林威胁的文化传统，也被写进当时的童话故事与神话里。

贫瘠的石楠荒原（Heidelandschaft）（译注：石楠荒原是人类为清除森林、烧荒开辟牧场留下的景观，多位于湿冷高地，属酸性土质，为生长矮灌木丛的不毛之地）被开垦为过度放牧绵羊与山羊的牧场，树木在这里属于不受欢迎的干扰者。虽然当时林务管理处以军队一般的管理方式强制并监督农民将发放的各类种子，如橡树、松树及云杉（Fichte）等，播种在土壤流失酸化的荒原上以种植树木，但苦于饥荒、想维持放牧的农民，却利用夜间，在炉子上将种子烘干，使得造林行动徒劳无功。

我们要感谢启蒙时代（译注：启蒙时代始于十七八世纪，

相信理性，追求知识，认为科学和艺术的理性发展可以改进人类生活）推崇的理性和科学，使人们对大自然的看法有所改观：在人类长期的理性科学分析下，人们觉得大自然不再神秘。经由事实和数据分析，人类似乎觉得自己不只可以掌控大自然，还可以计划经营大自然，于是造林就变为由政府主导、由上而下贯彻执行的国家政策。那些冬天休耕、无农务，需要靠打零工补贴生计的农民，便将苗木视如作物般，将其栽种在大型的苗圃中，人工造林的面积因而快速增加。

当时的林务管理处官员由从军队退役下来的狩猎兵团招募而来，他们做事的习惯保留着军队里一板一眼的作风，并希望以此有效控制管理林木的生长。那么，还有什么方法比把造林区的土地划成一块块正方形更符合他们的期望呢？比如预计经营 100 年后能收获林木，最好的方法就是每年在每一区种植人工林；等 100 年过去，每个区都种满后，第一年种的第一区的森林已满 100 岁，便可将此区林木砍伐收获，再重新种植。理论上，这个造林计划就是每年都有一区可以收成，也代表每年都会有收入；如此一来，不就是所谓的“永续经营”理念吗！虽然在育林期间，常会有温带气旋或虫害之类的天灾，有时灾情严重到甚至会破坏整区的林木，然而当今许多林务管理处依旧遵循当时所发明的这种分区式营造林法。在育林学上，称这种森林为“同龄林”

(Altersklassenwald)，因为每一区内的树龄都相同或相近（因种植的时点相同）。基本上，分区式育林与天然原生的森林相去甚远，若想进一步了解这种单一树种的人工林（Plantagen）与原生林的差别到底有多大，就要先探索一下原生林的面貌。

写真：桦树

欧洲最常见的桦树是沙桦树，或称垂枝桦树（Sandbirke, Hängebirke; *Betula pendula*）。易于辨认的主要特征是黑白相间的树干及其下垂的枝条。桦树分布极其广泛，从意大利南部到瑞典北部都有其落脚的足迹，它们可以在任何环境条件下生长，只有当落脚处过度潮湿时，才会被同亲属家族的沼桦树（Moorbirke; *Betula pubescens*）也称毛桦树所取代。

桦树是真正的急性子：生长期前 10 年，平均每年以向上 1 米的速度迅速抽高（最高树长约 25 米），其他树种完全没

办法与其争锋。下垂又有弹性的枝条随风不停地干扰其他树木的树冠，让那些树木最上层的枝芽无法好好生长而凋落。这种自私自利的行为，正好显示出它是天生喜好单打独斗的独行侠，不需要母树的保护，便能自行茁壮成长。

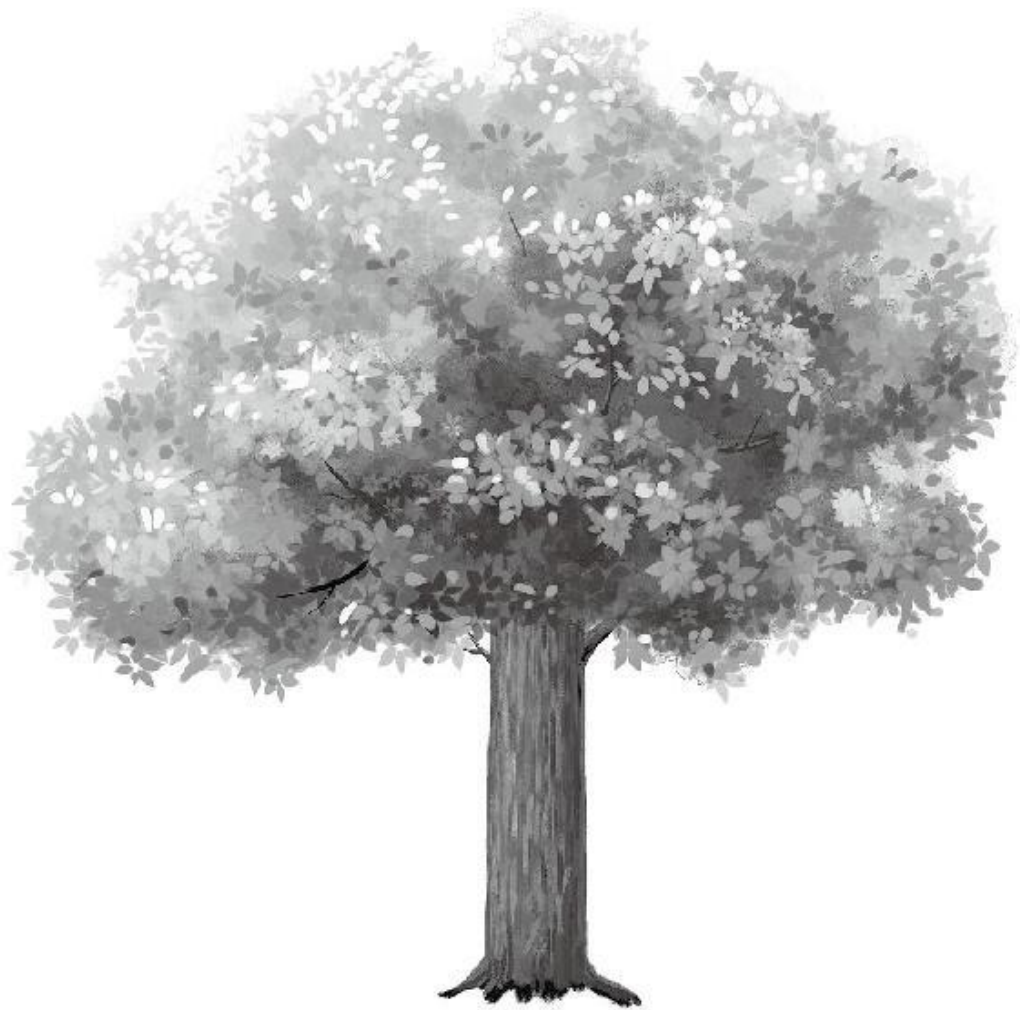


桦树成熟后，其他的耐阴树种可以在其稀疏的阴影下受

保护成长，因为桦树并没有珍惜每一寸阳光，快速成长又不密实的枝叶让阳光穿透叶间或直接落到地表。桦树过着冲动浮躁与肆意奔放的生活，其付出的代价就是很少能活过 120 岁。

Chapter 3: 树木的生长

树木是非常深思熟虑的，它们行事谨慎，从容不迫





在光线昏暗的森林里，除了已长成的大树继续生长外，
其他植物几乎无法生存，
所以原生林看起来就像一间巨大的厅堂。
到森林里踏青时，我们就像漫游在柱子与柱子之间，
完全不用开山刀披荆斩棘。

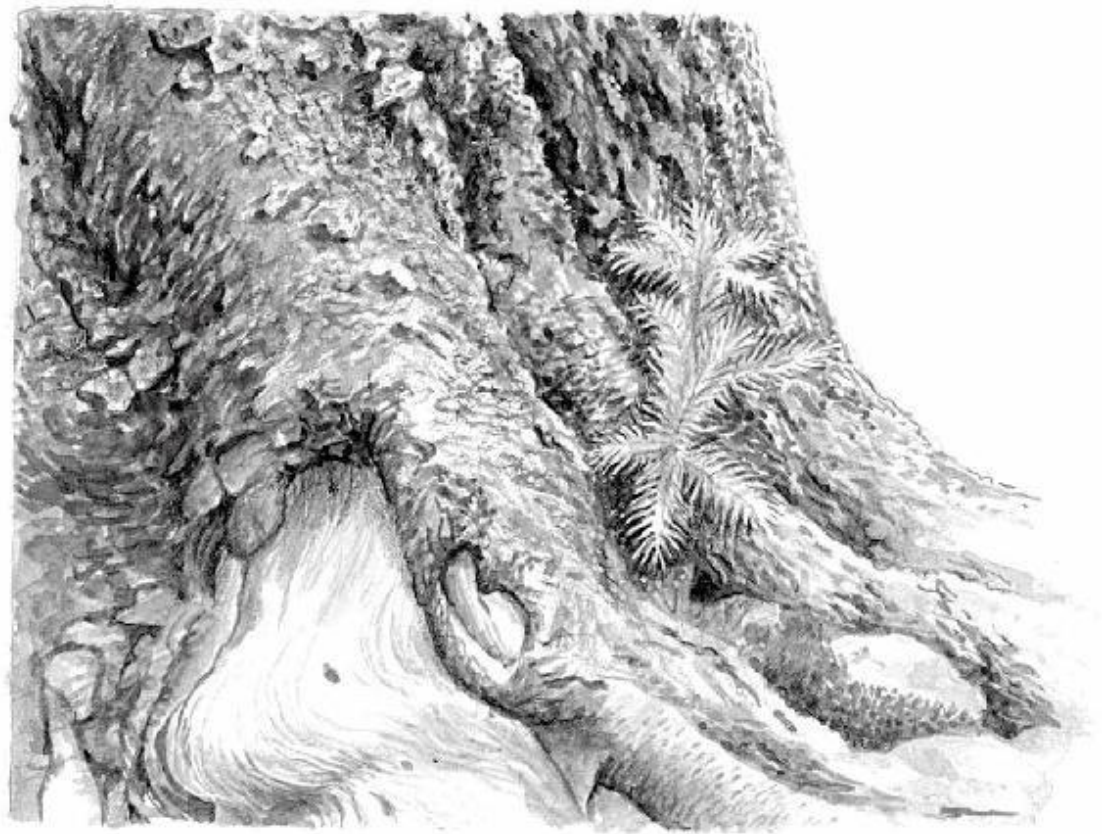
我们在原生林中遇到的那些老树，以一种难以想象的速度缓慢地生活着。现代的流行用语“慢活”（Entschleunigung），便可形容这个生态系统。

从小树苗开始，它们就在父母（译注：指原生的母树，新生代树苗大多长在父母树附近）巨大树冠的庇荫下缓慢地生长。从树冠隙缝间到达地表的阳光，只有树顶的 3%，这微光虽不足以让小树苗茁壮成长，但也不会导致其死亡。母树为帮助幼树撑过这段幼年期，便以细嫩的侧根与小树的根系连接缠绕，供给小树苗养分。就这样，树苗便在一方面缺乏阳光，一方面以根部吸取母树养分的环境下，艰难生存了好几十年。在原生林中，树木的生长速度非常缓慢时，树干的细胞密度会非常高，因此形成可抗菌并有弹性的木材。当树干遭受外伤受到感染时，不会因腐蚀而致命，遇到大风时也不易折断。

事实上，“林下弱光”的现象其实是大自然的刻意安排，就是为了强迫幼苗能够笔直地生长。因为只有如此，才能让树干里的维管束保持垂直而无偏向地生长，减少树干断裂或折断的机会。

这群幼苗就像幼儿园里循规蹈矩的孩童，乖乖地垂直往上生长，它们会为了争夺光源而“争吵”。当其中一棵树苗感

到光线不足，决定弯曲主枝往侧边生长时，其他的同伴并不会理睬它，而是缓慢垂直地往上生长并超越它。在这样的情况下，已弯曲生长幼树所需的光线便会慢慢地被挡住，而这棵幼树在其他小树的阴影下，会慢慢地成为腐殖质。这个情形持续到有一天，母树一命呜呼时，大量光线便会从母树枯萎的枝干间直射而下，幼苗群中最高大强壮的模范生会立刻快速地成长为魁梧大树。



冷杉、云杉或山毛榉的幼苗属晚熟型的树苗，都需要母树的保护与供养。

在原生林内，巨树死亡的情况非常少见，在很多时候，原生林内一直都是一成不变的。在光线昏暗的森林里，除了已长成的大树继续生长外，其他植物几乎无法生存，所以原生林看起来就像一间巨大的厅堂。到森林里踏青时，我们就像漫游在柱子（此指树干）与柱子之间，完全不用开山刀披荆斩棘。相对于原生林，中欧（Mitteleuropa）森林或是赤道亚马孙（Amazonas）森林则完全不同，这些森林属于被人为乱砍滥伐后再度形成的次生林（Sekundärwälder），其林下灌木丛生。而造成林下灌木丛生的主要原因在于：森林顶部没有老树茂密的树冠覆盖，就像少了“减光器”一样，阳光直射地表，因此林下各式各样的植物蓬勃生长。若是在原生林，林下光线微弱，其他植物根本无法生长。

由此可见，树木行事非常谨慎，从容不迫。

早熟型与晚熟型

众所周知，动物学中所谓的晚熟型（Nesthocker），是指

新生代在出生后必须留在父母身边，需要父母的照顾。相反的，早熟型（Nestflüchtern）的后代，自呱呱坠地后多能自力更生，独自探索世界。植物界的小树苗其实是一样的情形，大部分树种的树苗都需要父母的保护与供养。晚熟型的代表性树种，如山毛榉、橡树、白冷杉（Weißtanne）或云杉，若是父母早逝，这些小树苗也可以依赖养父母，也就是在其他树种的照顾下成长。

一棵小树想健康成长，老树的庇护照顾是不可或缺的，通常晚熟型树种的种子比较重，会扑通落在母树附近，以方便母树就近照料。即便如此，在晚熟型树种中，有部分果实具有特别设计的远距传播能力，以增加其树种生长范围扩大的机会。比如有些树木发育出让种子随风飘散的装置，它们的果实有“翅膀”，靠着这个装置，如针叶树的种子或枫树（Arhornarten）的种子就可以散居各地，在远方落地生根。因为树木本身无法移动移居，“胚胎”（译注：通常“胚胎”一词只用在动物上，但在这里其实指种子。作者之所以故意用“胚胎”这个词，具有讽刺戏谑的意味）便担起扩张势力传播范围的重大责任。至于那些重量非常重的种子，就由动物负责传播的工作。

最新的研究指出，西欧小松鸦（Eichelhäher; Garrulus glandarius）在入冬前，喜好埋藏橡实与山毛榉的果实过冬，

最高纪录可藏到 1 万个果实，不过大部分都没被吃掉。到了隔年早春，这些被遗忘的种子就会在异地发芽，成为未来新的橡树林或山毛榉林的母树，不过大部分的橡实或山毛榉的果实还是留在家乡附近。

靠动物传播拓展势力范围是一个非常漫长的过程。通常种子只会被藏在离母树数公里远的地方，大约要等待 50～100 年的光阴，传播的过程才会接续下去。因为只有经过这么多年后，新发芽的小树才能长成大树，开花结果，传宗接代。以这种小跑步的速度，橡树和山毛榉的传播距离平均每 100 年向外扩张 20 公里。

然而，早熟型的树种就截然不同了。它们的“胚胎”不仅身轻如燕，而且为了让“胚胎”能随着最弱、最轻的风动飞翔，它们的父母赋予种子随风飞扬的装置。比较重一点的种子，如大部分的针叶树与枫树的种子皆有“翅膀”，这个“翅膀”如同“螺旋桨”一般，在种子落下时可减速，并在空中如同直升机一般飞行。

比长“翅膀”更理想的策略是尽量减轻种子重量，使其大约只有几毫克重。这些微如尘粒的种子配上柔细的絮毛，便可随风飘扬，没有到不了的地方。有了絮毛，当温带气旋来袭时，种子就能飘扬好几百公里，远远地向外迁徙，拓展

势力范围。桦树、柳树（Weiden）、白杨树（Pappeln）都是这类型的代表树种，它们的后代一旦到达新地点，便立刻快速地往上生长，这跟需要父母供养与保护的原生林树种非常不同。但前提是，它们需要充足的日照，而日光在光秃荒芜的土地上非常充沛。这些树木在专业术语上被称为“先驱树种”（Pionierbaumarten），在任何环境下都能落地生根，即使土地上没有任何森林覆盖。其快速生长的能力让它们能够快速摆脱与灌木、杂草的竞争。不过，它们这种特性使其存在一个很大的缺陷（其实这种性格一点都不像“正常”的树木），跟一般树木相比，它们的寿命非常短暂，几乎没有一种先驱树种能活到 150 岁。

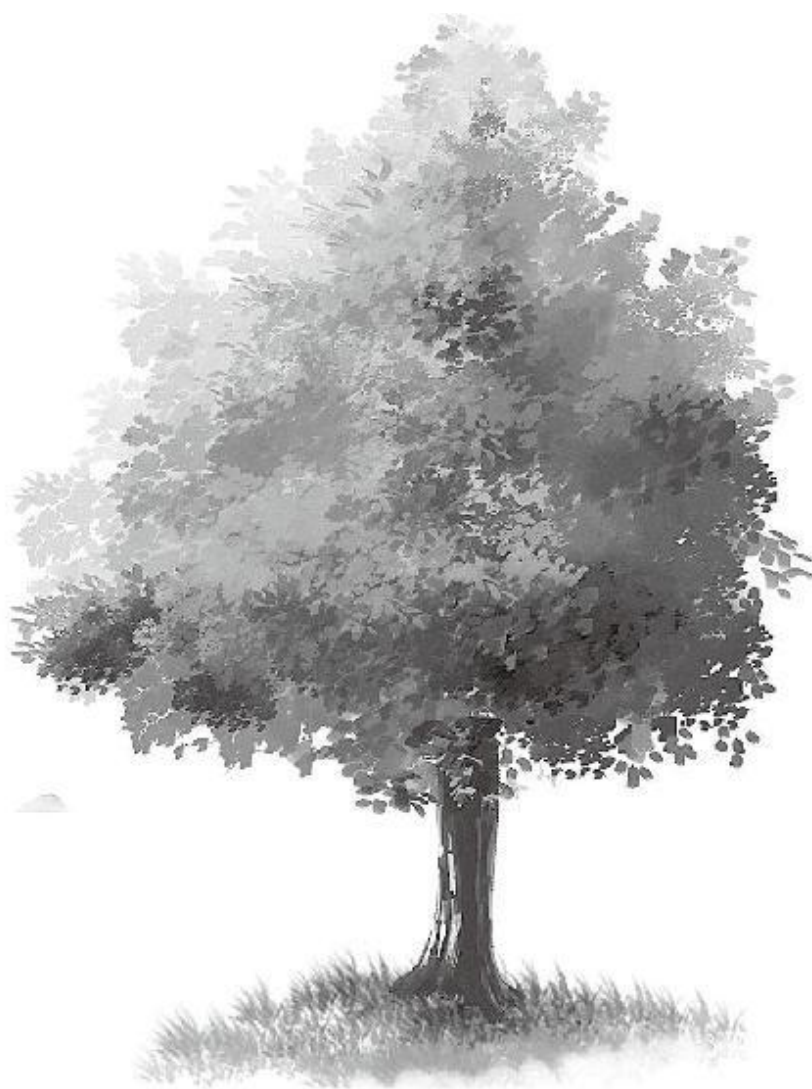
在阴暗的原生林内，桦树及其他同类的先驱树种根本无法存活，因为它们的幼苗必定会因为缺乏光照而饿死。所以这类树种自然生长的栖息地大部分是原生森林被破坏后留下的空地（例如经森林大火或温带气旋席卷后形成的树冠缺口），或是你家的花园！

* * *

1 编注：本书所附原文均为德语。

Chapter 4: 树木的外观

每棵树都扮演着不同角色，有着不同的地位





基本上，阔叶树跟针叶树有着类似的生长法则。

不过两者间有一个决定性的差异：

阔叶树原则上也是尽可能地垂直往上长，

但不会像针叶树一样，盲目得如奴隶般，

只知一味地向上蹿。

在进一步巨细靡遗地探索树木的构造前，我们应该先好好看一看树木整体的样子。仔细观察树木的外观，常常可以看出树木过得好不好。想要归纳推敲树况，我们必须先了解一下针叶树与阔叶树的生长差别。

针叶树是非常执着的，不论发生什么事，它都很固执地笔直向上生长。说得更明白一点，它总是朝着跟地心引力相反的方向奋力生长，每棵树都长得一样直，因此针叶林的林相有点单调，这种整齐划一的特征使我们能非常容易地辨认针叶树的状况。有时候在强劲的温带气旋肆虐后，针叶树并没有被连根拔起伏倒在地，它凭着最后一口气用树根抓紧地面，只有迎风面的树根稍稍露出地表。就算树根被掀起仅有几厘米，还是会造成树干明显倾斜。如果这棵树接下来又成功地抓紧土壤，或者说，新的根系重新生长并在土壤中固定，等针叶树再度站稳脚跟，它就会继续垂直往上生长。但之前所造成的树干歪斜没办法恢复，因为针叶树只有一个顶芽会往上长，所以笔直的针叶树干会形成一个长弧形，然后再继续往上长。这样一来，当我们从树梢的顶芽一年一年往下算至树干弯曲的部位，便可倒推出温带气旋过境的时间点（参见第十七章）。

还有其他外力会让树木的生长失去平衡。比如在强风盛行的高山上，经过长时间的强风吹拂，树干会匍匐生长成扁

平的长弧形。高山上常见的土石流失也会产生类似的状况，高山坡地上层的土表通常不稳定，经年累月下，土壤会像黏稠的布丁一样，每年慢慢地，一分一厘、一层层地向下滑至山谷。这种坡地滑动现象很难凭肉眼观察到，但从树木的生长形态可窥出端倪。树木一边会以跟坡地滑动同样的速率往下滑，一边继续往上生长，结果就是树干沿着坡地长成扁平的长弧形。

基本上，阔叶树跟针叶树有着类似的生长法则。不论强风或坡地滑动，阔叶树都会发生树干弯曲或是匍匐生长的情况。不过两者间有一个决定性的差异：阔叶树在原则上也是尽可能地垂直往上长，但不会像针叶树一样，盲目得如奴隶般，只知一味地向上蹿。只要让阔叶树有机会窥见一丝光线，它的枝丫便会跟着光线转向，在这些侧向生长的枝丫中，最强壮的枝干最后会发展为主干。想找出阔叶树树干倾斜弯曲的主要原因，只要观察一下它生长环境中的光线来源就可以马上得到答案。例如在森林边缘地带可以清楚地观察到阔叶树与针叶树的不同：当长着针状叶的同伴傻傻地照规矩往上生长时，年轻的阔叶树却冲动地往森林区的边缘伸展。这个策略的优点是：虽然树木天生无法改变生长的地点，但阔叶树的树冠最远却能往侧边位移 5 米。这样的距离虽然看起来好像没什么大不了的，有时却有关键性的影响。

我们用一个小小的例子来说明这决定性的差异：一棵针叶树的最大树冠半径是 8 米，也就是在其周围 201 平方米（树冠的圆形面积）的范围内，都需要光的照射。若在这面积内，已经存在其他竞争者（树木），使得光线与空间不足，针叶树就死路一条，无法存活。就算只要往旁生长几米就能得到充足的日照，对于年轻的针叶树来说，还是于事无补。因为针叶树只会垂直往上，不会往侧边伸展。它唯一的机会就是等在同一地点生长的前辈（老树）寿终正寝后，为它在上方开个洞，以便让日光从上而下直射地表。

阔叶树会用前面所述的方法伸展移动树冠，造成树干倾斜。以阔叶树半径 8 米来说，树冠侧向位移 5 米，半径便增加为 13 米，这样一来，整个受光面积就变成了 531 平方米。也就是说，阔叶树把在一个固定地点内能够获取日照用于生长的机会增加了一倍以上，有时这就是决定生与死的关键。

我们很容易看出哪些树木是在林下排队等着长大，虽然目前的环境对它们来说太昏暗，它们静立着，寄望将来有一天能够沐浴在全日照下：这时不论针叶树或是阔叶树，它们都会把精力花在生长更多的侧枝，而不是主干上。理由很简单：一味往上生长只是浪费能量，徒劳无功，因为它们在林下靠微弱日照产生的能量，并不足以拔高到超过老树。于是它们决定实际一点，转而生长侧枝以增加受光面积和机会，

并尽量利用从老树树冠缝隙透下来到达地表的少许光线。



阔叶树无法因光线不足而改变生长位置，而是靠树冠的移动伸展获取需要的日光。

想要了解以上这些现象，我们不需要懂很多理论也能推想明白：下回在林中漫步时，请你驻足片刻，观察一下不同粗细的阔叶树，即使我前面没有说明，凭你的直觉也能理出前因后果。你看到的是雄伟高耸、有着巨大树冠的大树吗？

看来它们是经过一番奋斗成了森林里的统治者；你也注意到活在老大哥阴影下，苦苦挣扎营养不良的小弟了吗？没错，那些细弱蜷曲的树木正在受着老树“光权暴政”的统治，过着民不聊生的生活。

每棵树木的树冠与树枝都有自己的特色。七叶树属的马栗树（Rosskastanien）的枝丫形状如往上翘的老式八字胡，老桦树的枝干像我们垂着手的样子。树木展现出的形态背后，经常隐含着特殊的目的：比如山毛榉的枝干之所以朝天，像整天把手高高举起，就是为了便于承接收集每一滴雨水，使雨水可以顺着枝丫流向树干，再汇集到根部。

云杉属有许多不同的树种，其中一种云杉的枝条上的小枝下垂，会随风摇晃，如同悬在圣诞树上装饰的流苏状银丝带。虽然这样的树形看起来垂头丧气的，但这些下垂的流苏状小枝却是捕雾的好帮手：早春与秋天时，雾气氤氲交织于树冠间，白雾一碰到云杉就像碰到天罗地网一样，大量露珠立刻凝结在针叶、流苏小枝以及枝条上。所以当云杉大口大口喝水享受时，其他树种只能望雾兴叹。

反之，长在多雪地区的云杉小枝犹如屋顶瓦块互相层叠。寒冬时，几吨重的积雪堆在小枝上却不至于使其折断，因为上层小枝有下层的小枝支撑着，这样的云杉被厚厚的白雪覆

盖，远远看去像披了一件纯白带抹绿的衣裳，在冷风中直直地静立着。

桦树下垂的枝条并不是为了展现出美丽动人的样子。起风时，它那摇摆的枝条就如鞭子般，鞭打着身边的同伴；经年累月下，再健壮的顶芽也无法承受这种酷刑——继续抽高往上生长暂时被抑制了——想跟桦树比高的竞争对手，很难不受干扰往上长，这点从它们破碎的树冠和残缺不全的顶芽就一目了然。

树冠大小

树木是群居的生物，如同每个群体一样，树木之间也是有阶级的。枝头在最上层的树木如字面上的意思，也是地位最高的，其树梢位居所有树木之上。在这里，阳光无阻碍地普照着叶子，树木可以源源不绝地产生糖液与木质组织。

在你家花园或是公园里，几乎所有的树木都保持着适度且互不干扰的距离。然而在森林里则截然不同，有上千种树

木互相争夺阳光，虽然它们之间不会因此而互相争斗（参看第七章），但每棵树都扮演着不同的角色。我们甚至可以将树木的阶级结构与狼群加以比较。在狼群里，每只狼都想当首领，但是身居下位者其实也能从群体中获得利益，双方是相辅相成的。



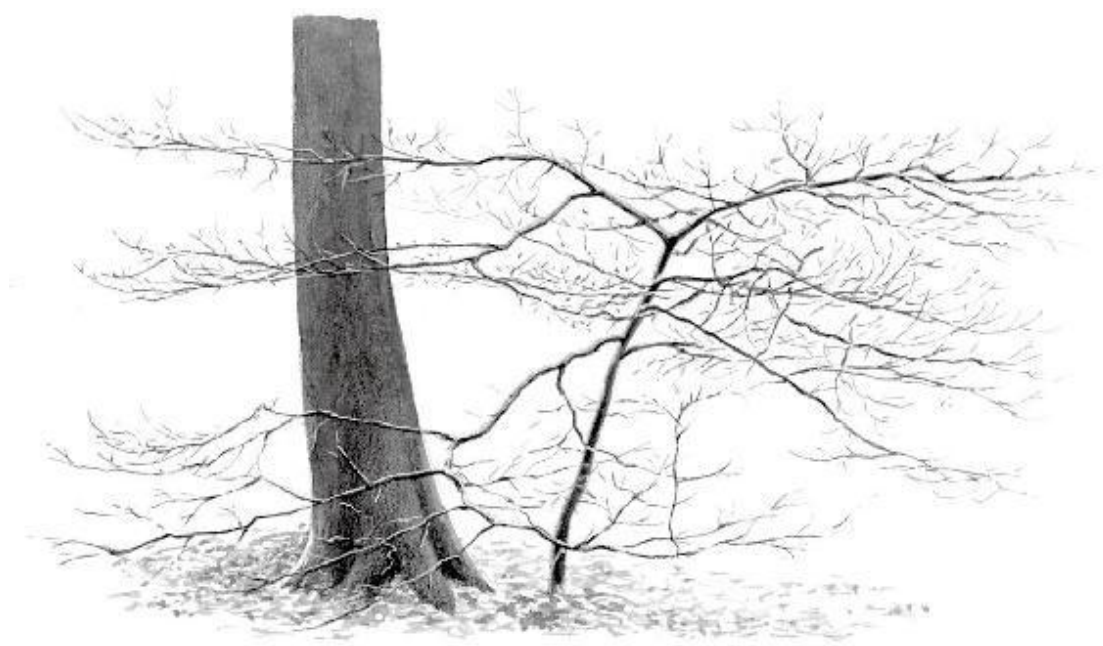
树木的最上层能得到最佳光线，形成宽广的树冠。

在森林中，统治者都是身材高大健壮的树木，它们朝向四面八方，均匀有致，具有长成巨大树冠的能力。它们的树

枝满载着约 20 万片叶子，总面积大约有 1000 平方米。针叶树的面积则更大，比阔叶树多了几平方米，其身旁的树木虽然有着同样的身高，不过树冠向外伸展的幅员相当有限，因为它们只能占据两棵大树间树冠的空隙。当花期来临，只有部分树梢能享受充足的日光浴。因为树枝较短、能承载的树叶较少，跟身为统治者的大树相比，它们所产生的能量便相对少了许多。

我们要更深入并仔细地说明树木的阶级顺位，就需要往下看。最上面的树冠层已被前面提到的两种阶级完全占据，其他的树木已无多余的生长空间。由于没有长到最上面的楼层，所以必然要等待。这个阶级的树木大多比统治者矮小好几米，无法直接受到日光照射，除了树冠较窄，树枝也较细，枝丫经常往旁边伸展，显得垂头丧气。假设将它们比作皇储，它们的命运就如英国查尔斯王子，几乎要经历无限漫长的等待，才能接班。不过在等待期间，它仍必须精神抖擞，不允许怠惰。终有一天，当国王累了，归天了，它需要把握先机，赶在其他树木乘虚而入前，尽快把空出的间隔填满。略有疏忽，其他的候补树木一旦将缺漏的树冠层填满，帘幕（树冠层）便会再次拉上。到时，至少得再等上 200 年，皇储才有机会接班。然而，并不是每棵树木都能耐得住漫长等待，很多树木在等待期间就与世长辞，化为腐殖质。

在森林里散步时，我们只能从下往上观察，经常无法一目了然地辨识出树木的阶级顺位。其实，有一个简易的辅助识别法，就是观察树干的直径大小。我们得到的定律是：树干越粗大，地位就越高。一般来说，森林中的大树长得最快，得到的日照最多，并能产出最多的糖液、蛋白质以及木质组织。在大树之下的小灌木则经年累月如竹竿细枝一般，待在光线不足的暗处缓慢地生长。它们的生长速度有多慢呢？以我所管理林区的树木为例：有一棵小树的树干直径约 10 厘米，只有 6 米高，长在 200 岁的老山毛榉旁。小树平铺伸张的树枝告诉我们，它暂时放弃为了争得光线而比谁长得高、长得快的竞争，然而我们估计它的年龄已经 150 岁了，几乎是让人难以相信的高寿。



小树苗好几十年一直在光线不足的环境下苟延残喘，某天当身边

的大树消失，才能自由拥抱阳光。

纤细或粗壮的选择

树木必须长命百岁才能传宗接代，因为它们一方面要在激烈的生存竞争中脱颖而出，一方面又要经历多次的开花结果，才能出现至少一颗带着自己基因的种子长成大树，传承血脉。

光线是树木决定输赢的主要因素。谁能够伸展最宽广的树冠，让所有的叶子终日获得日照，谁就是胜利者。所以，所有树木都会尽可能地努力长高，把同伴远远抛在后头。谁长得比较高大，谁就占有优势。只是树干越高，杠杆效应也越强。树木越粗大，它的树叶与枝干越重，可达几吨，想平稳地站立在地面上就越困难；这就像踩高跷的人一样，想踩得更高，杆子就要更长，但是也更难稳稳站立。

一旦温带气旋来袭，树干的根株必须承受因杠杆效应而产生的巨大阻力，12 级风力的阻力换算结果是 1000 牛/米

(Kilonewtonmeter)。这个物理单位表示树木正承受着一股约 100 吨重量的推力。难怪有些树木遇强风时，就如火柴棒，被轻而易举地拦腰折断。

理论上，树木可以把树干加粗到能够抵抗任何温带气旋侵袭的程度。只要树干直径加倍，稳固度就能增强 8 倍。那么树木为何不干脆长粗一些就好了呢？

生长在花园或公园里的树木以及街边的行道树都有足够空间生长，便可把树干长得粗壮结实以抵抗温带气旋。它们的树干粗壮，并强而有力，有时候还粗得不成比例。这些树木能过上这种奢侈的生活，是因为它们身旁没有任何竞争者。一旦竞争对手出现，每棵树木就必须细细思量，它是否应该把精力全部投入在往上生长上，而不是增加自己基干的宽度。因为一旦误判而错失良机，充满阳光的生长机会便会稍纵即逝，面对的便是长期在黑暗里苟延残喘。

每棵树木都能非常准确地估算需投入多少力量防止风害，以维持其稳定性。若是树干有一部分结构太虚弱，当强风吹袭，树干一弯曲，便会导导致部分树干细胞被拉扯或是挤压。“哎哟，好痛！”为了防止未来再受到同样的伤害，树木便会分生更多的木质组织让树干加速变粗。所以树干并不是固定每年都胖一圈，而是会依据它的生长环境来决定树干的

粗细。但是树木这样的生长策略有一个问题：树木是一种生长缓慢的生物，假设外在环境很少改变，它们会以为秋天常常来袭的温带气旋或身边的邻居一直都在。当树木生活在一个紧密相依的森林里，是否就代表每次的疾风吹袭，它都可以靠在别人身上降低风的阻力呢？或是在它附近有几棵长得特别高大的树木，可以缓和强烈暴风的吹袭呢？如果是这样，树木就可以把能量投入到拔高上，身材则继续保持苗条纤细。

如今人们为了方便大量培育苗木以供己用，都把树木栽种在一块块苗圃里。这意味着随时会有某棵树木被砍掉，它的同伴为此就会失去生存环境的平衡；就好像树木突然没有了好友强壮臂膀的依靠，这个突然的变化使得树木必须花费3~20年的时间适应，一直到树木将树干加粗到没有任何人为干预之前就能够单独抵抗温带气旋的程度，才能弥补因缺少同伴支撑力量所造成的损失。在重新适应新环境期间，温带气旋对树木来说是最危险的，而且常常出现灾难性的连锁反应。不稳定的树木被吹倒后会倒在旁边的树木上，邻居承受不了它的重量也连带倒下，就像骨牌一样。这种现象在密集并整齐排列栽植的人造针叶树林区内非常常见。它们的行为模式与麦田里的麦子如出一辙，暴风雨后总是垂头丧气的样子，倒向同一边。我们在冬日暴风雨后就经常听到媒体报

道山区一整片森林被吹倒在地的新闻。

不过在原生森林里，并不会发生以上情况。林中巨大粗壮的树木会掌握大局，抵挡并阻挠猛烈的暴风。当暴风中心过境时，在不断与大树碰撞的情况下，暴风被打散成一小股一小股的阵风，减轻不少风害，躲避在背风面的年轻小树因此受到保护。万一某棵大树真的遭遇厄运，林下的皇储已准备好立即补上树冠空隙。

写真：云杉

欧洲红云杉（Rotfichte; *Picea abies*）是德国唯一的原生云杉。阿尔卑斯山脉较高的山区及德国中部山区（或1000米以上的巴伐利亚森林区）是它的原生地，在过去99%的中欧平原，无法找到它们的踪迹。

云杉的故乡为北方的针叶林带（Taiga），具有喜欢湿冷和偏爱凉夏的特性。可惜中欧地区无法满足它们这些天然之需，导致它们易生病及受虫害。如今它们因为被种植于人为

改变的土壤中（指过去的农地及草原），根部生长得非常浅，所以很容易成为风害的牺牲品。因此，云杉最高可以长到 40 米。但拥有它是件危险的事，最好别把它种在自家花园内。

再补充一下云杉的球果知识：当成熟的球果脱离枝干后，整颗果实会完整地落到土地上（适合孩童们做收捡球果的游戏）。球果也被用来识别云杉与冷杉，因为它们经常被混淆、误称。冷杉的球果总是在树枝上就分裂成碎屑，像拼图一样散落而下。



Chapter 5: 神秘的树根

它是树的双脚、嘴唇，也是心脏



树根究竟如何输送水分，至今仍是一个谜。

在成长的过程中，不同品种及成熟度不同的大树，

树根输送水分的路径不同，最高可到 130 米的高度。

树根可算是树木最神秘的器官，它是树的双脚、嘴唇，也是心脏。树根守护树木在地面上重达好几吨的部分，吸收水分及养料后，将它们往上送至树干及树枝。

树根究竟如何输送水分，至今仍是一个谜。在成长的过程中，不同品种及成熟度不同的大树，树根输送水分的路径不同，最高可到 130 米的高度（地球上树木高度的最高纪录）。就算是德国本地树种，树木平均只长到 40 米，用一般通俗的学理，也无法解释此输送原理。

通常树木将水分汲取输送至树梢所需的压力，相当于一个满压汽车轮胎的 2~3 倍，科学家称这种作用力为“毛细作用力”（Kapillarkraft），就像咖啡杯杯沿的液体会比杯子的边缘稍微高几毫米而不外溢。另外还要加上“蒸腾作用”

(Transpiration)，就是当树叶开始呼吸、释放水蒸气时，吸水张力将水分由下往上输送的一种力量。然而，这两种力量加起来，并不足以形成能让水分从根部往上输送所需的压力。

事实上，蒸腾作用对树木输送水分而言不是那么重要，这一点从观察每年早春树木发芽就能看出端倪。叶萌之前，新芽初发，树木内水压处于最高峰。若想从桦树或是糖枫树中抽取树汁，此时正是时候，树汁会因为压力增加往上冲射，汁液流动的声音用听诊器就能清楚听见。然而这时的枝丫其实光秃无叶，树的蒸腾作用根本无法发挥抽水的功能。所以，从这点就可以确定树根的确能主动泵水，树木并不是靠蒸腾作用运输水分的。

土壤的差异

学术上会将适宜各个不同树种生长的土壤类型加以分类。赤杨属(Erlen)特别容易生长在地下积水的土质中，而

且长得很好，树根也不至于腐烂。除此以外，还有很多种类的树木也是具有耐水性的。

对于其他种类的树木而言，如深土性、湿地性或是适合干燥地区、只需要少量养分等土质的论点是有争议的，因为基本上所有的树木都喜好生长在肥沃、松软及湿润的土壤中。不同树种的生长取决于不同的土壤，这种理想的天然环境通常只有几个种类能够独享。

无论哪种树木，一旦适应了环境，便完全不需要人为的操作种植，其物竞天择的自然生态潜能会自然展现。在中欧，大部分地区适宜山毛榉的生长，假如林务人员、都市计划的主管或是花园的主人没有种植其他树种，那么该地区必将成为山毛榉的原始森林区。

山毛榉生生不息，持续地生长到高龄，并以大树冠驱逐其他树种。它用繁密的树叶挡住光线，直到树冠下被驱赶的对手死去。5000 年来，山毛榉从南欧往北欧大举进发，若是人类没有出来阻止的话，它还试图征战到瑞典南部大放异彩。

山毛榉天生属富贵命，一旦遭遇艰苦环境，其生长就会出现问題。虽然它能够稍微忍耐干旱、养料不足、土质平浅多石这类如“饥饿疗法”（Hungerkuren）的苦刑，但在这种状况下，山毛榉的强大竞争力便无法发挥。有别于其他树种，

比如橡树，就很明显地更耐干旱、酷寒。当山毛榉的生命结束时，橡树自然步步紧逼，用以其人之道还治其人之身的姿态取代其领地。观察柏林近郊的勃兰登堡地区（Brandenburg）就会发现，由于干燥大陆型气候（Kontinentalklima）的影响，那里的林地已从天然山毛榉森林变成了橡树林林相。

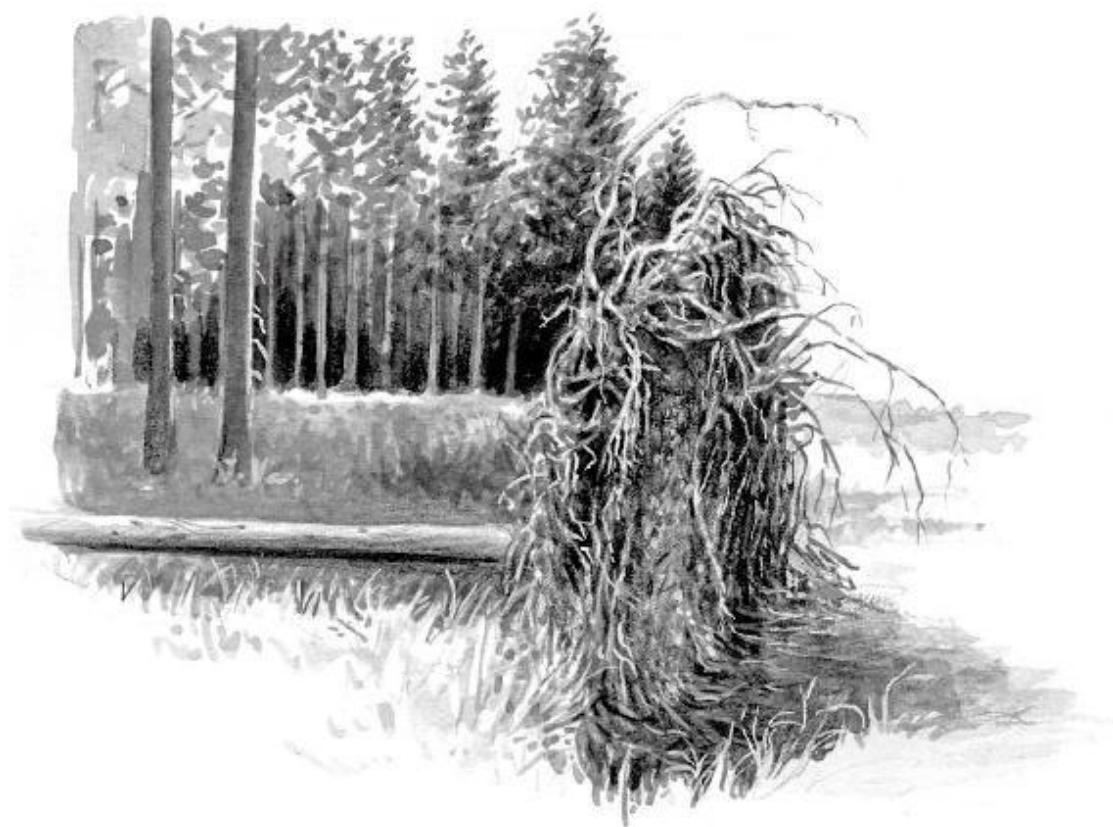
终年常绿的针叶树具有非常好的环境应变能力。在夏日比较短暂的地区，植物的生长发育期随之缩短，因此它们必须分秒必争，生长速度以日计算。当其他地区的阔叶树在短春时光非常吃力地张开叶子时，对手已经开始产生糖液与木质组织，瑞典中部地区由阔叶树林相转变为针叶林区就是最好的写照。

总而言之，可以说所有的树木都喜欢在适合它们的环境中生长。环境越恶劣，越会被更多其他随和、不挑剔的树种取代。以自家花园为例，只要是优质土壤就适合各种树木生长；当环境不佳时，则利于苦行僧的树种，它们能充分表现其专长，挑战环境造成的各种极限。

岌岌可危的候选人

的确有几种树木的树根能深植土里，像橡树、冷杉等。跟其他的树木相比，它们的树根不但储水性佳且抗风能力较强。我经常听到或读到各种树根的名称，像直根（Pfahlwurzel）、心状根（Herzwurzel）或浅根（Flachwurzel）等（译注：直根，最粗的主根，垂直向下生长，再从主根长出须根；心状根，放射状形态生长，主根横切面呈心形；浅根，根在地面盘缠生长，遇大风易倒地）。不过我想说的是，其实这些名称都是无稽之谈。特别是浅根（指的是云杉树根），经常被媒体与飓风损害相提并论，跟我同行的伙伴也不厌其烦地提及。

树根除了吸收养料，也是支撑树木的重要器官；树木缺少了树根，必定倒地。进化是无情的，假若由基因决定，形成弱不禁风的树根系统，则树木绝无存活的可能性。凛冽寒风会把那些浅根树系树种淘汰，让更适合的树种继续生存，这也是物竞天择的道理。



受损的土壤除了会使云杉形成浅根系，对其他树种而言也是一样。当飓风来袭，树木横倒在地，是司空见惯的情况。

因为云杉被集中种植在气候较暖和、土质不佳的地区，所以才会将它归为浅根系植物。其实，天然云杉的故乡在地球北方的针叶林带，那里寒冷且多雨。在那里，从早春到夏天，再到秋天，短短几个月时光，适合摆在客厅当圣诞树的云杉，就会长得比一棵百岁的树木还高大。

但是，当云杉被南迁（也就是来到德国）后，一年中有

整整六个月的生长时间，却达到全然不同的生长规模。18 世纪前，德国的森林几乎消失殆尽，都被改成造农地、牧场。病恹恹的牲畜拉着犁具翻犁土壤，为那稀少微薄的收成做准备。犁具不但要挖掘翻覆土壤 20 厘米深，被挖掘的土地因为一再被翻覆填平，造成土壤的通气孔隙堵塞，使较深土层的氧气传送被中断，土壤中的生命渐渐死去。例如海拔太高的坡地已无法作为耕作农地使用，因为那里经常要牧羊而被改造成牧场，如此对土壤造成的破坏与耕农如出一辙。

在这样的情况下，土壤的排水系统也被破坏了。下雨后，土表 20 厘米深的区域像一个积满水的浴缸，几周后才能完全干涸。至今这些被破坏的土壤已无法“痊愈”。同时，土壤经大型森林与农作机具重量的压实，造成通气孔隙结构的破坏，也破坏了土壤水分的疏通。

大部分树根都是敏感的，云杉的根也不例外。云杉的根部长期生长在备受虐待的土壤中，造成缺氧窒息而死，再也无法深入 20 厘米以下的土壤。因此，以云杉或其同类树种的高度来看，它们来到我们这儿，铁定需要比较长的生长周期；加上无力、快要窒息的根部，很容易成为飓风的牺牲品。

请观察那些被飓风吹倒的树木的根盘，它们像被刮胡刀切刮过般光滑，深度很少大于 20 厘米，这恰好是中世纪犁鞋

的鞋底厚度，或与近代因遭遇重器械密集施压造成土壤伤害的深度一样。可以说，大部分的云杉林都种植于被虐待过的土壤里，所以诞生了其为浅根系树种的荒诞神话。

几乎所有的浅根系树种，例如果树或山毛榉，都会生长成如此的浅根盘，只有少数几个例外。如果你想在已经受损的方寸之地栽种树木，橡树或是银冷杉应是不错的选择。因为它们的根将穿透通气不良的土壤层，重新活化土质。

横向发展

当树木生长时，树根也必须同时成长。土表的“生物质量”（Biomasse）（译注：生物质量分生态与能源的概念，定义众说纷纭。这里是生态的概念，指特定范围的生态系统或物群，即某种植物、动物或微生物的数量、重量与能量）越多，需要供应的水分与养料也越多，树根才能在土壤无堵塞并通畅的状态下，不间断地获取足够的原料，迅速地在地表生长；同时也确保树木的稳固，当暴风来临时，能紧抓住地

面。

原则上，树根的分布范围与树冠同样大小。想象一下将树冠直径投影在树干周围的地上，就可以知道树根的范围，但这只是理论上的理想状况。事实上，当树木笔直生长时，树根是自由自在往外伸展的，这在花园与公园里得到了验证。园里树木底下的树根支脉会比树冠半径长 10 米，甚至更多；树根肆意地在草地上窜生，使得这些树木长得特别稳固。相反的，紧密相间生长的树木经常因为其根茎的范围太小，必须仰赖身旁的树木同伴相互依靠，才能稳固不倒。

帮手的效用

真菌（Pilze）是特别的生物，它们与动植物不同，自成一派，有着自己的领域。真菌不进行光合作用，其养分取得与动物一样，仰赖其他的生物。许多真菌细胞纤维壁由甲壳素（Chitin）组成。甲壳素是一种不会在植物上，但会在昆虫身上出现的物质；不少真菌的特质显示出它们比较像动物。

菌根 (Mykorrhiza) 是树木与真菌共生的重要特别形态。有如细柔编织物的真菌与树木的细根交织，将根系面积放大好几倍。菌根会像棉花球般，从土壤中吸收水分与养料，再供给树根。这项工作也使它从树木那里获得应有的报酬，树木会从上层往下输送糖分及碳水化合物给“地下工作者”(菌根)，以维持其生存。

除养分共享外，真菌还会顺便保护根尖，使其不受有机体病原细菌或噬菌的感染。真菌根 (Mykorrhizapilze) 也是养分与水分的中间储蓄站，当树木养料不足时，仍可以继续进行光合作用。

树木当然要感谢这些“外籍劳工”，但树木却不一定永远忠贞不移，忠心耿耿。当某些菌种灭亡或消失时，树木会先考虑自身的性命，并随着环境条件的改变变更帮手（其他真菌）。反倒是许多不同种类的真菌，对不同种类的树木都能适应良好，和它们和睦相处，例如不论在山毛榉树还是云杉林区内，都能看到牛肝菌 (Steinpilz; Boletus edulis)。

有几种真菌会与某些特定树木患难与共、结成生死同盟，从树的名称就能猜出它们之间相互伴随的关系。比如铁锈红落叶松牛肝菌 (Rostroter Lärchenröhrling)、桦树真菌 (Birkenpilz) 或橡树伞菌红菇 (Eichenreizker) 等，这些

真菌都能在名称中所称呼的树种的树桩下找到。其实，露出地表的真菌只是它的子实体(Fruchtkörper)(译注：子实体，高等真菌的多细胞产孢结构体，是真菌物种特征鉴别的重要依据。比如长在地面上，状如伞状，通称菇或蕈。在地底生长，我们多称其为松露)，就像长在树上的苹果一样。地底下广大的分支网络才是它的本尊，当你将树木桩脚周围的落叶稍微往旁拨开，白色菌状的菌丝网便一览无遗。至于它属于哪个菌种，最快要等到夏末或秋天，子实体出土后，你才能清楚地辨认并得出答案。

当你采收菌菇时，不管是旋扭摘下还是切采取下，地底下的菌丝网都不至于被破坏。若你有意帮忙，采菌时请不要忘了至少留下一棵子实体，如此将有助菌丝永续扩展。在美丽的菌帽、菌盖下，每小时会释放出数百万的孢子，在空气中随风飘散，落脚于有潜力成为共生挚友的树种下。

重力腿的作用

粗壮并含木质纤维的树根，为树木提供支撑，如人类的腿部。树根就像老旧教堂墙壁的木桩会凸出墙面约半米的道理一样，帮助支撑地面上生物的重量，使树干能够挺直站立。令人惊讶的是，树根要具备难以想象的承载力量才禁得起风暴的考验。当飓风风速达每小时 100 公里时，一棵约 40 米高的树木须施展非常大的杠杆力，才能使树木完好无损。



当强风来袭，风向倾向一面倒时，支撑根可维持树木的平衡。

你曾经因为好玩而试过失衡、站不稳的状态吗？你的直接反射反应就是用一只腿向后踩并竖直支撑，树木也会有类似的反应。当地区性风向倾向一面倒时，树干在背风面会长出特别粗壮的支撑根（Stützwurzel）。此时直立如蜡烛的树木，遇风摇摆时，其强壮的支撑根确能使我们辨识风从哪里来。至于为何会长出歪斜结构的树干，后面我会说明。

那么，树木如何辨别风向，知道风爱往哪个方向吹呢？树木是从苦难的大自然中学得这种辨别经验的。劲风会造成树干小小的裂缝，引发过度呈弧形的拉伸，很像孕妇妊娠纹的撕裂。树木能感受到过度拉伸的痛苦，为了避免未来的伤害，自然会加强背风面的生长结构。

躯干长得歪斜的树木有着全然不同的烦恼。除了对抗风向，它还必须时时刻刻与歪斜一边超重的重量抗衡。为防止倾倒，树木会在另一边长出支撑根。同时，树木在支撑根的相对一边还会长出更强壮的牵引根（Zugwurzel），它跟马戏团帐篷外围用来牵拉以稳固巨大帐篷的绳索一样，有平衡并支撑树木的功能。

支撑根能体现出树木更多的行为。大部分树木都不爱“脚湿湿的”，也就是树根泡在水里的感觉。观察赤杨（Erle）、杨树（Pappel）、白蜡树（Esche）、柳树（Weide）等河岸专

家树种，就可看出树木总想避开水，但因天生无法迁移，只能尽量往高处逃。支撑根可以证明这个现象，靠水域那边的根长不到半米的长度就自然消失于地表。所以当某棵树木地表的根络有数米长，代表这棵树木有给水的问题。

说到水的问题，持久的风暴总让树根根盘如跺脚般不停地轰隆颤动。每次的阵风会使总是摇摆晃动的树干一点点地拉扯连接在地底下的树根，不断地松动根系，直到整个根盘的土壤被掀起，树木也随之倒地不起。这种情况若发生在湿地，跺脚的颤动则会变成抽水的动作，狂风会将烂泥水往上输送。强风过后，可清楚地看到河岸树种根区的湿土堆。

胡闹般的肆意生长

从上方鸟瞰树根，它就像天上的星辰。树根在树桩脚边四方伸展以支撑树木，有时粗，有时细，视最大主干的承受力而定，因此呈现出整齐一致的景象。只有当树干直线定向往上长，一直长到造成某种程度的紧绷感时——就像帆船桅

杆得靠帆绳紧拉固定一样——就是树根的最大支撑力。只是，这些都只停留于理论中。

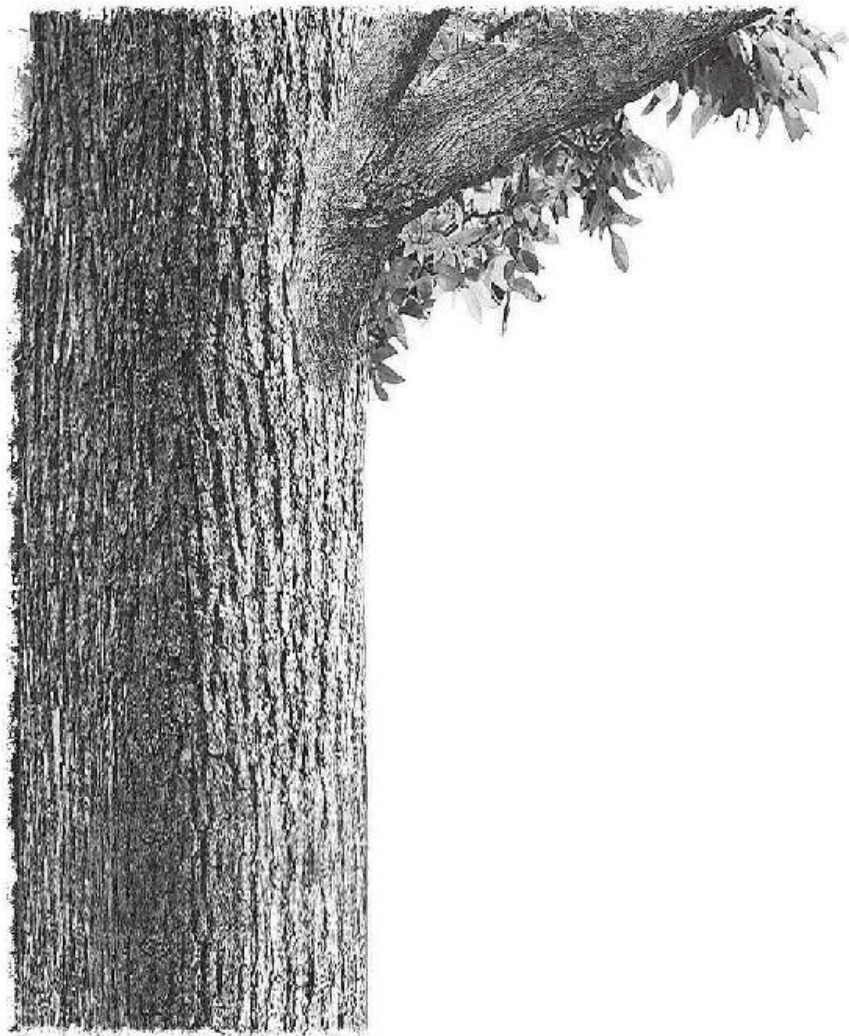
事实上，许多树种并不依循上述规则。有时遇到一些障碍物（一个较大的石头），树根只好被迫改道生长，或者它们有时就是顽固任性，不遵守规则，肆意生长伸展。无论如何，树根的随性特质提高了其生存风险，并增加了形成树桩桩脚的工作难度。因为改道蠕行、随意蹿生，这种偏离理想生长形态的方式，必须经由加强树根来协调，才能获得健康树根正常的支撑力。

有些树种能接受这样荒谬任性的生长方式，树根不只是些许，而是非常严重地偏离常态，形成像围巾般环绕在树干上的根茎，使得往后数年的生长遇到不少困难；缠绕树干的根茎阻挡了越长越粗的树干，也压迫了树皮和输送管道。虽然树木本身能超越自己造成的障碍继续生长，但是必须付出纤维路径严重偏离的代价。

当强烈阵风来袭，在树干“偏轨”的地方，因过度虚弱，必定断裂。但是类似这样胡闹的行径不太常见，因为不论是谁都想存活，而不愿选择断裂残存的命运。

Chapter 6: 权力与地位

树干是树木超越其他植物，争得一席之地关键角色





树干是树木的名片。

树干的外形和树皮透露出这棵树木属于哪个树种，

并能从中看出它目前的生长状况是完好无损，

还是已遭受真菌侵袭，

还能显示出它是健康还是已趋近死亡。

树木若没有树干会发生什么事呢？树干是树木能够超越其他植物，在太阳下争得一席之地的关键性角色，属于树身的重要部分；树干的长度也让树木成为地球上最高的生物。在生物物种中，需要人类抬头仰望的实在不多，可能正因如此，让我们对树木有某种程度的敬畏。

树干是树木的名片。树干的外形和树皮透露出这棵树木属于哪个树种，并能从中看出它目前的生长状况是完好无损，还是已遭受真菌侵袭，还能显示出它是健康还是已趋近死亡。

对花园的主人来说，这些树干表现出的主要特征非常重要。它包含两层意思：这棵树是否足够稳固，可以支撑吊床或晾衣绳？伫立在住宅附近的那些老树，是否有能力经受风力与气候的考验？

骨骼

如果你仔细观察树木的木质部（俗称木材）会发现，在正常情况下，树木并不会轻易受到重创或死亡。木质部位于

树木的内部，始终受树皮的保护。想真正了解树木，就必须仔细观察这被隐藏的组织。

若想超越其他的植物，树木就需要坚强的支撑。我们可以把树木的木质部看作人类的骨头，称其为“树木的骨头”。相对于人类的骨头，树木的木质部必须更坚固，更禁得起磨难。一棵成年树木的树干重量可达 20 吨，甚至更重，它要能承受强劲暴风对树根的拉扯与压迫，而那强劲暴风的力量比树干的重量多出好几倍。

为了使木质部强韧稳固，木质部的构造就像玻璃纤维的构造。木质纤维由薄如蝉翼，像棉絮的纤维素（Cellulose）组成，纤维之间的半纤维素分子（Hemicellulose-Moleküle）使木质构造具有弹性。

成束状的纤维素束及半纤维素束由一种被称为木质素（Lignin）的黏剂包裹，木质素使得这个类似玻璃纤维的表面更坚硬。木质素生成并包覆木质纤维表面的过程被称为木质化作用，从这时起，木质部才具有对抗霜害的能力。

木质部的整体结构非常细微，使得它的纤维与黏剂（木质素）只有在显微镜下才能被观察到，肉眼则无法看到。木质纤维的细胞壁紧密地生长成了如蜂窝状的架构，有些部分坚硬，有些部分强韧，这就是木材。这些不同的特性在我们

选择纸张的时候也能接触到：市面上销售的胶版印刷纸（Holzfreies Papier，又称道林纸）是由树木制成的，但是不含木质素，只含纤维素及其他添加物质，这种纸张不太容易变黄。

除了支撑的功用外，树干也负责树木的水分输送。树木的输水系统通过非常微细的管道，把水分从根部往上运到树冠。早春时，木质细胞壁的形状比盛夏时大而薄，木质细胞在秋天来临后便停止生长，到了冬天则进入冬眠状态。这种细胞生长的差异使得我们能从砍下树干的横截面，看到一圈圈颜色较浅的春季细胞及颜色较深的夏季细胞。如此年复一年，树木上就显现出清晰相间的年轮。

随着树干越来越粗壮，树木旧的输水管道不再被需要，因为新的输水管道不断往外生长。除了这一点之外，树木的输水容量永远比树干的直径增长得更快，因为最外圈新生的年轮总是比内部旧的宽。一棵树木的树干若变粗 2 倍，管道系统则会增加 4 倍。当树干直径增加到约 10 厘米时，树木里的输水管道就太多了：最旧的管道会先被弃用，就像是往外生长新细胞一样，树木会向内把旧的输水管道封起来，木质细胞则会渐渐死去。即使如此，真菌与细菌仍旧无法侵入，因为死去的木质细胞仍会受到外层还活着的组织的保护。

为了加强防御，有些树种还会在被封起来的输水管道里分泌防御物质，使木材“吃”起来不可口，破坏有可能侵入者的胃口。这些物质使木质部变成了红色或是咖啡色，因此我们可以很容易将被封起来弃用的组织（内部）和活着还具有运输水分功能的组织（外部）区分开来。专业术语将这两种不同颜色和特质的组织分别称为“心材”(Kernholz)与“边材”(Splintholz)（译注：边材为次生木质部的外围，功能是将水分与矿物质输送至树冠，有别于心材，颜色浅也较软），会发生这种现象的树木有橡树、松树、落叶松（Lärche）和花旗松（Douglasie）等，其心材的颜色都会比边材深。

有缺陷的工程

完美的树木有着挺直稳固的树身，而且树干如圆柱般匀称，还有向四方伸展的树冠。这样的树木是树木中的超级名模，是树木同伴的表率。如同在人类社会中一样，这种完美的身材并不是大多数树木可以拥有的。

其实造成树干歪斜或是树冠参差不均匀的原因很多，无论如何，一旦出错，长出歪斜的树干，就算抱怨也于事无补，反正永远无法恢复原形。问题不是树木的外表歪斜，这点它完全不在乎。它担心的是，树干歪斜造成枝干与树冠单边超重所引起的许多问题。还有，当强风迎面吹袭，倾斜的树木需要花更多的力气保持平衡，因为受力不均匀的情况会更严重。

许多树种可以证明树木并不是束手无策，完全无法应付树干歪斜的问题，它们会以特别加强某部分树干的生长来解决问题。例如它们会将生物质量（能量）平均分配，受到重压的树干部位会产生大量木质部，使此处的年轮宽度比其他部位宽 10 倍。木质部的组成成分在受压的部位跟其他部位也大不相同，在树干弯曲的内侧，将会产生压缩木（Druckholz），此处会产生大量的木质素，而且细胞壁也特别粗大。

树干在弯曲处的外侧会长出伸张木（Zugholz），它们的功用与马戏团帐篷外的营绳一样，是用来撑起帐篷的。相比之下，伸张木非常细短，只有几厘米长，也被称为木质纤维（Cellulosefasern）。不过团结就是力量，几百万个木质纤维合在一起，就能撑住一棵大树，而不产生断裂。

这些特别构造产生的结果就是树干再也不是圆形，而是椭圆形，因为树干在不同部位的生长速度不同。对我们来说，这就是一个很好的线索：椭圆形的树干表示树木的重量分配不均匀，而在大多数情况下，我们从远处观察整棵树时，就可以看出这一点。

形成双主干的树干

很多树干刚开始都长得很好，健康又挺拔，持续往上生长，长成如名模般圆柱状的树干。这种模范生般的树木根本不需要应付任何重量失调的结构调整，可以把能量全部集中在往上长高上。有些树木好像一时太自傲，忽然间念头一转，从树干中间分叉成两枝，从分叉起点长出两根树干，称为双主干（Zwiesel）。这个现象不仅只有一分为二，也可能分成三根，甚至更多枝干。不管枝干分叉的数目有多少，最终要对抗的问题都是相同的，以下以双主干为例加以说明。

有许多因素会导致树木形成双主干的树干，比如昆虫特

别爱吃树枝最顶端的芽苞 (Knospe)，使得树木丧失主要负责往上长的顶芽；或是树木断断续续遭受到猛烈寒霜的侵袭或动物的一番狠咬；当然，人类也是主要原因之一。不管怎样，为了继续活命，树木除了从任何一个侧芽再往上长出新芽外，别无选择。但是到底要从哪一个芽苞生长呢？其实随便哪个都无妨，只要树木能决定哪个侧芽是唯一往上生长的主干。但有时候也会遇到难以决定的情况。没办法做决定的树木会因此有两个侧芽或更多的侧芽一起争相往上生长，其中一根分枝经过数年后因生长缓慢而渐渐停止，导致剩下唯一的分枝继续生长。停止生长的主干最后变成了一根长得极端倾斜、非常易于辨认的树枝。

若树木长期三心二意，无法下定决心由哪根树干成为主干，最后它便会长出两根粗细一样、状如叉子的分叉树干。至于这是否会对树木造成伤害，则要视叉枝起始点分叉角度的大小而定。树干的分叉角度越小，分枝间挨得越近，对树木的伤害就越大。

分叉角度较小的两根主干像张开的食指与中指，看起来如英文字母“V”。如果你用两根手指头连续做开合的动作，就可以感觉到两指间有一个连接点，以此类推就能想象在树木两枝交叉接合的深处也有一个连接点，此处就是树木的最大薄弱点。遇到强风吹袭，这里会留下撕裂的伤疤，水与真

菌便会从此处入侵，树干也会因此被破坏而腐烂。为了对抗病害，树木会试着在交叉处的外侧累积较多的木质部以求支撑和稳定。至于两根树干相交的内部，因为双主干变粗而互相接触，已经没有位置生长木质部来稳定枝干。

与此同时，树木会用木质细胞把撕裂处封住，以阻止真菌的入侵。树木的修护过程必须快速，因为只要温带气旋一来，有裂缝处便会长出木质部，从远处就能看到在双主干连接点左右两边，多长出几厘米厚的木材，像脸颊上的腮帮子，整个修护过程又得从头开始。因为这种修护工程永不停歇，我们便称这种生长情形为“一直处于修护情况的双主干”。对老树而言，分叉位置已是非结构枝生长点（Sollbruchstelle，译注：非结构枝只连在皮上，没有跟树木的髓心连起来，所以很容易折断，而此点便是非结构枝与树皮的连接处）。当秋天温带气旋肆虐，从树梢穿过，其中一根分叉枝干会被折断；伤口也越裂越深，终有一天会深到地面，直接将双主干一分为二，连基部主干都会被撕裂，情况严重时更会使树木分为两半倒地不起。

若是双主干长得像测音准的音叉，情况就又不一样了。这种双主干在分叉部位所弯曲的角度比较缓和，不像“V”字这么唐突，而呈“U”字形，如此一来，就不是一直处于修护状态的双主干树木。面对温带气旋来袭，U形双主干的树木

有足够的韧性，不会造成连接处撕裂，所以可以安康存活，长命百岁。



树木的薄弱区：一直处于修护状况的双主干。

条状隆起与裂痕

一棵树木在一生中会遭遇无数次的温带气旋，每当暴风来袭，鞭打树冠，都在考验树干结构的承受能力。凡是细胞纤维生长不均衡、树干弯曲或形成双主干的树木，都有被暴风撕裂的可能。

哎呀，树木是真的可以感受到被撕裂的疼痛，这种疼痛跟因受伤而立即发出让人无法忽视的警告信号有什么不同呢？所以我们真的应该相信，树木受伤后也是会极度痛苦的。

而且，这个裂缝对树木而言非常危险，真菌很可能会立即侵入树干。当温带气旋风势缓和时，裂缝其实常常只有不到一根头发的宽度，对于不请自来的不速之客而言，侵入通道非常狭窄。但千万不能就此大意，放松警惕，因为下一次雷电交加的暴风雨很可能使树木之前的旧伤口因雨水大量渗入而从中裂开。所以，树木必须尽快想办法使伤口愈合；

又因裂缝经常会深入髓心，裂痕附近树干的支撑力没有受伤前那么强韧，伤口愈合处便必须产生更多的本质素。



树干上的条状隆起是之前树干裂开的地方。

对树木而言，“尽快”是相对的概念。修复的工作有时需要拖延好几年，而比较倒霉的树木，在修复的过程中又会遇到突如其来的温带气旋，使修护的地方再次裂开，一切又得重新开始。

若是树木的修补工作有了结果，裂痕处就会长出粗厚而坚固的木材。从此以后，它在每日修复的过程中都会在树干上留下一辈子的疤痕，装饰在树干上的条状隆起就是在述说着它受折磨的经历（译注：因为一个裂痕原本又细又短，随着时间的流逝，树干往上生长的同时，也对裂痕处加以修补并增加木质，整个伤口在几年后就会成为条状隆起）。

波浪状生长的纹路

你认识居氏鼬鲨（*Galeocerdo cuvier*）吗？它们与树木

又有什么关系呢？两者的皮肤是把它们连在一起的关键。居氏𩚫鲨在背部和鱼鳍上有斑纹，这些斑纹让它完美地融入水光交错的背景而不易被发觉。树木也会有类似的斑纹，一些树干表皮光滑的树种如山毛榉，偶尔会带着这些特别的斑纹而引人注目。不过只有极少数的山毛榉身上会有这些纹路，而纹路的作用也不是用来伪装。这些细小的带状波浪纹所呈现的是木质纤维异常的生长情况，而且这些纹路会从树皮表面一直延伸到树干中心。

为什么会造成这种纹路呢？我们也不知道答案。可能是因为温带气旋使树干弯曲，从而使木质纤维受到压迫；也可能是基因的关系。反正在大部分森林或公园里，都可以找到一些跟正常树木不一样的树木。小提琴、吉他与钢琴的乐器工匠特别喜好带斑纹的木材，因为这种木材让乐器表面有着独特的波状条纹。

腐蚀

在树木底部，树根与真菌和谐共处，各得其利。然而往上走，树干跟真菌却是天生犯冲，一旦真菌进犯到树干，树木的日子可就难过了。当然在树干上溜达的真菌与根部的真菌是不同物种，而在自然界中，喜好“木头餐”的天然真菌超过了 1200 种！

真菌需要适当的空气与湿度环境生存，无法在过度潮湿的环境下存活。这就是为什么人们会把木头泡在水里储存，以避免真菌腐蚀木头。这样便可使木材得以长期保存，不腐坏，不变形。

树皮天生就具有保护作用，可以防止外来者入侵，如同人类身上的皮肤，保护我们不受细菌和其他病原的侵害。树皮也就是树木的皮肤，能阻挡各种细菌与病害。所以只要树木健康，树皮完好无损，就不用担心会遭受真菌的侵害。只是，就像人总有旦夕祸福，几乎所有的树木在其一生中都会遇到病害。比如树冠中的某根主干被强风暴雨折断，大面积的伤口暴露在外，使树身不再完整健康；或是啄木鸟挑中某根粗壮的树干作为它的家，虽然大家都听说啄木鸟只会选生病的树木盖房子，但这不是真的，啄木鸟也会选健康的树木啄食。当啄木鸟啄穿树木的树皮时，真菌就像收到了正式晚宴的邀请函，大喇喇地前来拜访。这些不速之客让树木备受威胁，疾病缠身。我在后文第二十章中会有更详细的说明。

依照树干的哪个部位先被腐蚀，大致可以把真菌分为两大类：一类是褐腐(Braunfäule)，一类是白腐(Weißfäule)。

褐腐的真菌主要是分解纤维素的纤维，一旦纤维素被分解得差不多了，树干就会只剩下咖啡色的木质部（译注：纤维素是白色的，都被分解光了，所以木头看起来就变成了咖啡色），木材被瓦解得支离破碎。白腐的真菌刚好相反，它对颜色较淡、含纤维量高又容易啃食的纤维素大餐不屑一顾，而主要是腐蚀木质素部分。

每立方米体积的空气中，持续飘浮着约 1000~10000 个真菌孢子，所以当树干受伤后，常常会发生同一时间被多种真菌侵袭的情况。真菌间会互相争斗，抢攻树干中营养最丰富的地方。当两种不同的真菌相遇，在前线短兵相接时，它们便各自产生分泌物保护自己，这个分泌物会被细菌感染而变成黑色。当你燃烧木材时，可以观察一下被轻微腐蚀木材的横截面，就能看到深色、细条纹的真菌两军大战的分界线。分布于界线两边的真菌，依据种类和树干区域的不同，呈现出的颜色通常是不一样的。

真菌也可以作为树木健康与否的重要指标，若树干上长出所谓多孔菌目(Konsolenpilz)的子实体，有一半就像半个盘子悬托于树干上，另一半则长在树身里，进行腐蚀分解。

当这种子实体出现在树干上，代表一种善意的预警，告诉我们这棵树木只有几年的光阴可以存活了。



树干上长出悬托伞状的多孔菌目，表示这棵树的健康已经受损。

雷击

森林里的雷击很恐怖，因此我们千万不能站在树下。但

是如果人站在树下，真的就像站在一个特大号导电体下面吗？树木真的能导电使人受伤吗？或许有句关于雷电的谚语，可以在森林里遇到打雷时对你有所帮助：“应找山毛榉躲雷神，远离不可倚靠的橡树。”

闪电是如何对树木造成伤害的呢？闪电劈下来后，电流会顺着树干外侧含水的边材找出路（译注：含水就会导电），高压电流将边材内的水分蒸发成了蒸汽，电流经过的树皮承受不住这种压力，便会被爆开炸到空中。

我们确实能在一些橡树树干上的树皮上找到痕迹，但在山毛榉树干的树皮上却找不到，这并不代表上面那句谚语是正确的，更不能保证山毛榉能提供任何安全的保障。山毛榉遭雷电袭击的机会并不比橡树少，差别在于，当它遭受雷击时，不会在树干树皮上留下任何痕迹。这与它们树皮的不同结构有关：橡树的树皮粗糙，裂纹纵横交错，下雨时，雨水如沿着凹凸的阶梯般往下流，形成许多迷你瀑布，使得水膜被切断，也代表导电中断。雷电袭击时，通常都会找电阻最小的导电路径传送至地面。如果雷电击中树皮粗糙的树种，电流就会经由充满输水管道的边材传导；反之，树皮光滑的树种，比如山毛榉，因树皮光滑使水膜平滑而连续，雷电能轻松地顺沿着树皮外层往地面传导，而树干却毫发无损。所以，那句谚语其实是一种误解，之所以会产生这样的推断与

误解，是因为人们发现山毛榉受到雷电袭击却毫发无损造成的。

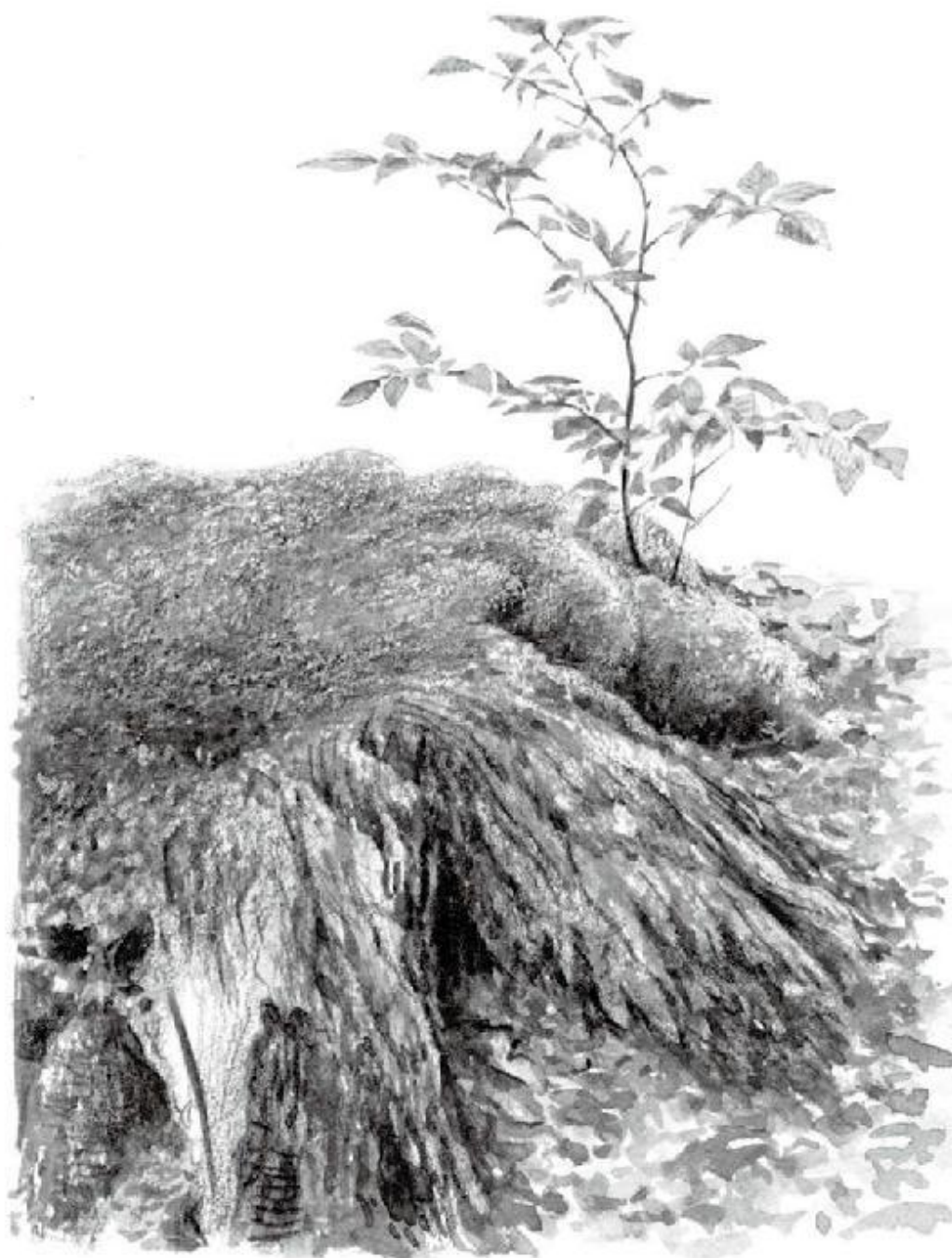
其实雷电可以造成更大的危险，引发完全不同的灾害。我在森林中已经发现许多布满木头碎片的树干，看起来像插满刀子的飞刀练习墙，其原因是同伴被雷电击中后，其木头碎片便以高速冲击力向四方飞射，插入邻树的树干。从观察的结果来看，几乎每次雷击后产生的活炸弹都是针叶树种。同时我也观察到在针叶树林区会发生其他的现象：不是只有被劈中的树木会遭殃，有时强大的雷电电荷波及范围极广，方圆几里内的树木都将同时葬生身于雷电的威力下。

其实，树木被雷电击中的事件并不特别常见，想想看，你认识多少有雷击裂纹的粗皮树种呢？你只要想想，很多树种都可以活上几百年，便能清楚地知道，在森林中树木被雷击中的概率是很小的。树木遭雷击后还能存活几年呢？所以很明显，真正遭雷击的树木相当少见。当你正好不是在圆缓的山顶上散步，而是在树下时，被雷击中的概率也不会特别高。

根株萌芽

德国女歌星亚历山卓(Alexandra)有一首歌名为《树啊！我的朋友》(Mein Freund, der Baum)(译注：一首关于人类与树木的歌曲，其寓意为人类应与树木为友。与本文相关的歌词是：我将秘密地等待，屋前的花园绿意盎然、花团锦簇，树木苏醒，开启新生命)，这首歌的歌词中提到，树木被砍伐后将随即苏醒，指的就是树木从根株再次萌生新芽，被称为根株萌芽(Stockausschlag)。拜原有树木广大根系所赐，可以供应充足的水与养料，使得新芽像乘坐喷气式飞机似的快速往上抽长。但没几年光景，这欣欣向荣的景象便会消失。老树广大的根系没办法从小小的树苗得到营养，因此大部分将渐渐枯萎，所留下来的根系只在小树所能承受的范围。

不是所有的树种都具有根株萌芽的能力，特别是针叶树的根株，通常遭到惨重打击后，将无法再次出发，重生新芽的难度相当大。相反的，当阔叶树种被砍伐后，会立即抽生新芽再次出发。



在老树的根株上，一个新生命苏醒了。

根株萌芽的优点是矮林每 20~40 年被砍伐后能循环再生。过去的几百年，这个优点给赤贫的农庄带来了许多好处。

刚开始，平原被用来进行农业耕作，休耕几年后才慢慢变成森林用地。这样年复一年，林木一再被砍伐，根株萌芽后成为年轻的萌芽林，很快又被砍伐。如此下去，林木永远无法茂盛高壮，这种森林经营方式被称为矮林作业（Niederwald）。

你如果观察根株上布满的结球疙瘩，很容易就能知道它根株萌芽的过去岁月。凹凸隆起的部分多集中在根株的同一边。我们经常能隐约看到老残根的外形轮廓，尽管根系中间早已完全腐朽枯萎。严格来说，新抽的树芽只是被砍伐树木的新芽，也就是说，这棵树实际上的年龄比新芽老很多，部分树种的寿命会因为有这段根株萌芽而延长一倍。

被砍伐的阔叶树会立即在根株上长出数不清的新芽。好像应该事先取得共识，以决定谁是未来的主干，只是在新芽的生长过程中，谁也不愿相让。到头来，新芽争相成束地往上抽长。新生的橡树、千金榆或是白蜡等树种，经常簇拥着如插在花瓶中的花束，使得它们未来的命运渺茫不定。唯一能确定的是，因为没有足够的生长空间，所以不是每棵新芽都能长成大树。

有时历经多年，会长出一棵特别强壮的精英，领先所有同伴，获取越来越多的日照，使得其他矮小的新芽逐渐萎缩。反之，新芽若选择全部往上生长，没有任何同伴脱颖而出，

枝干则会因渐渐长粗而互相碰撞，最后合而为一。反正所有的新芽都出于同一个根株，因此最后会结合为一体。如此一来，刚开始还能清楚地辨认每株新芽，多年后则会变为一根巨干，树干上则带着一开始众多新芽丛生所留下的数不清的沟痕。

有时树干之间不想结合，想各立门户，这样树木的整体生长便将每况愈下。每个新长出的树芽只能靠着根株边缘的支撑，根系也只能向边侧生长，因为根株中心部分已被原本的根系占领了。

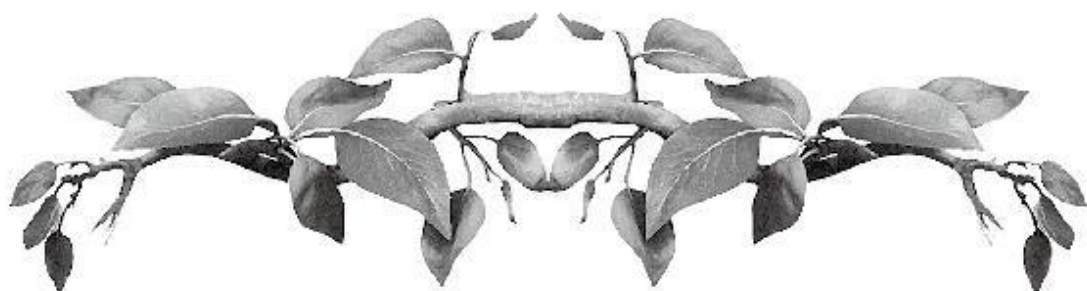
如同前文所述，新芽争相一起往上抽长时，每根枝干无法得到完整的支撑力。当这些新枝干长到某一高度时，所需要的支撑力就越大，经年累月后，成群的新芽因无法支撑而一个个分开断裂。

橡树与欧洲栗子树（Esskastanien）等树种比较幸运，它们的心材天生就能抵抗病原菌，即使只剩下唯一一个新芽，也有能力长出完整的树干，发育成一棵大树。而对其他树种而言，因新芽断裂处常遭受严重的腐蚀，它们的结局会如同《最后的莫西干人》（Der Letzte Mohikaner）（译注：美国作家詹姆斯·费尼莫尔·库柏于1826年出版的小说，写的是康涅狄格州东南部印地安人原住民的故事，多次被改编成电

影与电视剧）中消失的民族，消失在地表。

Chapter 7: 勤劳与懒惰

树枝透露的信息，比我们想象的更丰富



在树干还未确定成形时，
树枝生长并没有明确的方向，
有的时候它会朝树冠方向往上生长，
有的时候则会朝侧面生长。

原则上，树枝与细树干是一样的，每年都会形成年轮并不断地变粗。我们在上一章节中提到的树干的特征与会出现的问题，都适用于树枝。大树的树枝虽然最粗可以长到直径为 50 厘米，但与树干最大的不同是：树枝不一定要往上生长，它们主要是往侧面生长，使树木尽量延伸，形成宽广的树冠。现在让我们来探究一下树木的上半部分。

不同的生长模式

为进行光合作用，树木必须将树叶或针叶固定在某个地方。“固定”这件事就是树枝的工作。刚开始，在树干还未确定形成时，树枝并没有明确的生长方向，有的时候它会朝树冠方向往上生长，有的时候则会朝侧面生长。我们称纤细的树枝为小枝，这些小枝上装置了无数个如小小太阳能电池板的叶子。

其中较粗大的树枝还有另外的任务：它们必须去占领树冠层的空间。在森林里，阳光属于稀有的资源，想办法获得充足的光照，树木才能生存。在前面章节中已经说明过，阔叶树的树冠能够趋光生长。当光源不足时，它们就加长并加强枝干，朝身旁其他树木的树枝间隙入侵，将缺口填满。树枝因木质部增生，会越来越粗壮，每年都长出新枝丫，再分叉长出许多小枝，直到形成完整的树冠。这种一有机会就扩张的生长方式是造成阔叶树的树冠经常看起来非常不匀称的主要原因。

相反的，针叶树却选择维持一开始就决定好的生长模式：它们笔直的树干和向两边均匀延伸的树枝一起往上生长，一

旦遇到树干旁有空隙，针叶想要抢先，就只能让树枝向侧面长得快一点。至于让整个树冠位移这种情况，在针叶树中是被禁止的，因为对针叶树来说，均匀长出枝条是生死攸关的事。

当冬季来临，所有阔叶树的树叶落尽，针叶树的针叶却仍旧完整、紧紧地挂缀在枝干上。当大雪纷飞，白雪又湿又重，几吨重的雪很快就堆积在树枝上，白色壮丽的雪花也稳稳地落在针叶之间。这时如果树冠生长成倾向一边的状态，树木肯定会因过度载重而折断。

松树的树冠则是针叶树中的例外，从它那不均匀的树冠外形便能明白地看出，松树枝干的生成是模仿阔叶树，让树枝随性伸展。因此，我们不用惊讶为什么松树的树干常常会因积雪过重而折断。

写真：椴树 (Linde)

现在总算要提到一种真的可以存活 1000 年的树种。严

格来说，那是两个品种的椴树，但两者的特征却相当类似。一种是夏椴树（又称阔叶椴，Sommerlinde；*Tilia platyphyllos*），一种是冬椴树（又称小叶椴，Winterlinde；*Tilia cordata*）。它们都是欧洲原生种，非常容易辨认两者：大叶子的是夏椴树，叶子背面叶脉跟叶柄的交叉处有白色的细毛；小叶子的则是冬椴树，叶脉处的细毛是红色的。

冬、夏两种椴树都可以在狭窄拥挤的森林里生存，并可以在其他树木的树冠下生长，像千金榆一样有着超强的耐阴力。

几个世纪以来，人类将椴树带出拥挤阴暗的森林，种植在大道旁或广场上。椴树转而生活在阳光充足、土壤肥沃、气候良好的地方，它们以不可思议的强大而有韧性的恒长生命力，反馈人们给予的恩惠。即使它们年事已高，中空的巨大粗干的某一边已腐蚀，也能健康存活好几百年，继续赠予人们树荫并作为地标。

只不过德国最新的交通安全规定指出，椴树会引发交通事故，这都是因为多事又无担当的树木鉴定专家不愿对路边伤痕累累的老椴树造成的麻烦负责任，所以鉴定出的结果是建议把树砍掉。幸好有许多地区性的爱树社团积极争取，才让它们免于被伐除的命运。当然，为了建造帮老椴树们支撑

巨干的铁架肯定要花费一些成本，但对于保存这个最老的树种来说，是非常值得的。



树木的朋友

专家常说：“当树木生长得过度密集，就需要把它们分开，以免阻挠树木的生长。”意思就是砍除一棵或数棵树木，为没被伐除的树木留下足够的树冠空间。实际上，这只道出了一半的实情。在天然的环境中，树木间并不像专家所认为的那样，它们其实是极少竞争的。与之相反的是，不同树种间会互相联系，互相扶持，还会通过纤细的根毛互赠“甜品”——健康的树给生病的树供给糖液以维持生命（第三章中提到过）。

不过在许多情况下，人工林中的树木并不存在天然的“友情联结网”，因为它们的根系受到干扰，只能勉强使根部达到一个半吊子的稳定状态，而这个伤害会影响树木终身，所以它们毫无多余的时间与精力经营社群友谊。而且上文中的专家说法，显然是出自人工林的林务员。毫无疑问，他们指的是林相单一的人工林，比如只种植云杉或是只种植一种阔叶树树种。在大自然中，绝对找不到这种在广大的土地上，以相同间隔、在同一时间，种植同龄树种并一起成长的原生林相。在开阔的人工林区“幼儿园”里，树木个体争相生长，只想超越身旁的同伴。事实上，人工林区是如此脆弱、不稳固，树木就像稻田里的禾秆，虽互相依靠、支持，但只要暴雨过境，便会成片地倾倒。

在天然原生林及自家的花园里，我们却常常能观察到全

然不同的现象：相同树种的树木彼此之间会建立友谊。我们已在前面章节提到过，树木会经由树根相互联系。这种地下的深层联结自然无法让我们轻易看见，但树冠之间的游戏竞赛却是暴露在外的。

当两棵树木争取光源时，会不惜以枝干互相争抢，各自将枝干伸向对手，想尽办法推挤对方以抢夺其日照地盘。这样如斗鸡一般互相争抢的树木，每棵树的树冠大小与范围都差不多，其树冠伸展抢夺对手地盘的情况也差不多。这种争执现象常见于同龄且面积相同的人工林内。原生林内则由大树冠的母树调控，母树给予很低的光照剂量（Lichtdosierung）给小树并进行筛选，只有最强壮的小树才能存活；相比之下，人工林内只是一群同龄的杂牌军。每当机会来临，原生林中的小树苗都会尝试获得足够的生长空间，大约 100 年后，这种竞争才会渐渐平息，但它们仍会为了填补树冠缝隙、抢占生长位置而争吵不休。

两棵树木若结为朋友，它们之间的互动则会与上述情况截然不同。它们只会将柔嫩的小枝往朋友的方向伸展，小枝丫间会温柔地相互推拉，好像只想轻轻地碰触一下对方；它们也只会向外侧生长较粗的树枝，而不会向朋友的方向生长。远观两棵树，就像结合为一体的一棵树木，它们最后也会变成一对快快乐乐白头偕老的终身伴侣。

此时，我们若遵从专家的建议，为了使另一棵树木得到更多光线而砍伐其中一棵树木，必然造成相反的后果。一旦其中一棵树木被砍除，它的同伴就立刻会变得病恹恹的。再也没有同伴可以互相支撑，再也没有同伴可以一起度过温带气旋的侵袭，被留下的树木孤零零并痛苦地活着。除此之外，真菌从互相交错的根系侵入活着的树木，导致原本还健康的另一棵树木在几年后也会死去。

另一个极罕见的现象是树木之间会互相帮忙。林内最紧密相邻的树枝会相交生长在一起，有时可能只是一根枝条环绕着另一根枝条生长并将其紧紧包覆。然而这种联系还是很脆弱，因为两根树枝依然各自保留了树皮，阻碍了两者一起生长。当面对强大的外力时，比如温带气旋的侵袭，两者的连接处便可能断开。

有时树皮的外层刚好因为互相摩擦而脱落，两根树枝的木质部跟木质部、形成层与形成层（参见第八章）因而相互接触，形成事实上的结合生长，并构建出共同的新系统。这样的连理枝结盟是非常稳定的，两者开始联结输送并交换水分与养料，这已经是超乎寻常的现象。然而更罕见的是，两种不同树种的树枝会合并生长。若想成为这种连理枝，前提是不同种的树木能够真正好好相处，山毛榉、千金榆和柳树之间就属于这种情况！

想找到异体连理枝，就像从众多的三叶草中寻找四叶的幸运草，可遇而不可求，需要相当奇特的缘分。尽管如此，你下次漫步于森林或公园时，可以多多注意有没有类似的情况，这会是一种令人兴奋的冒险。抑或在你家院子周围，说不定就隐藏着一对异体连理枝。



缔结为莫逆之交的树木。

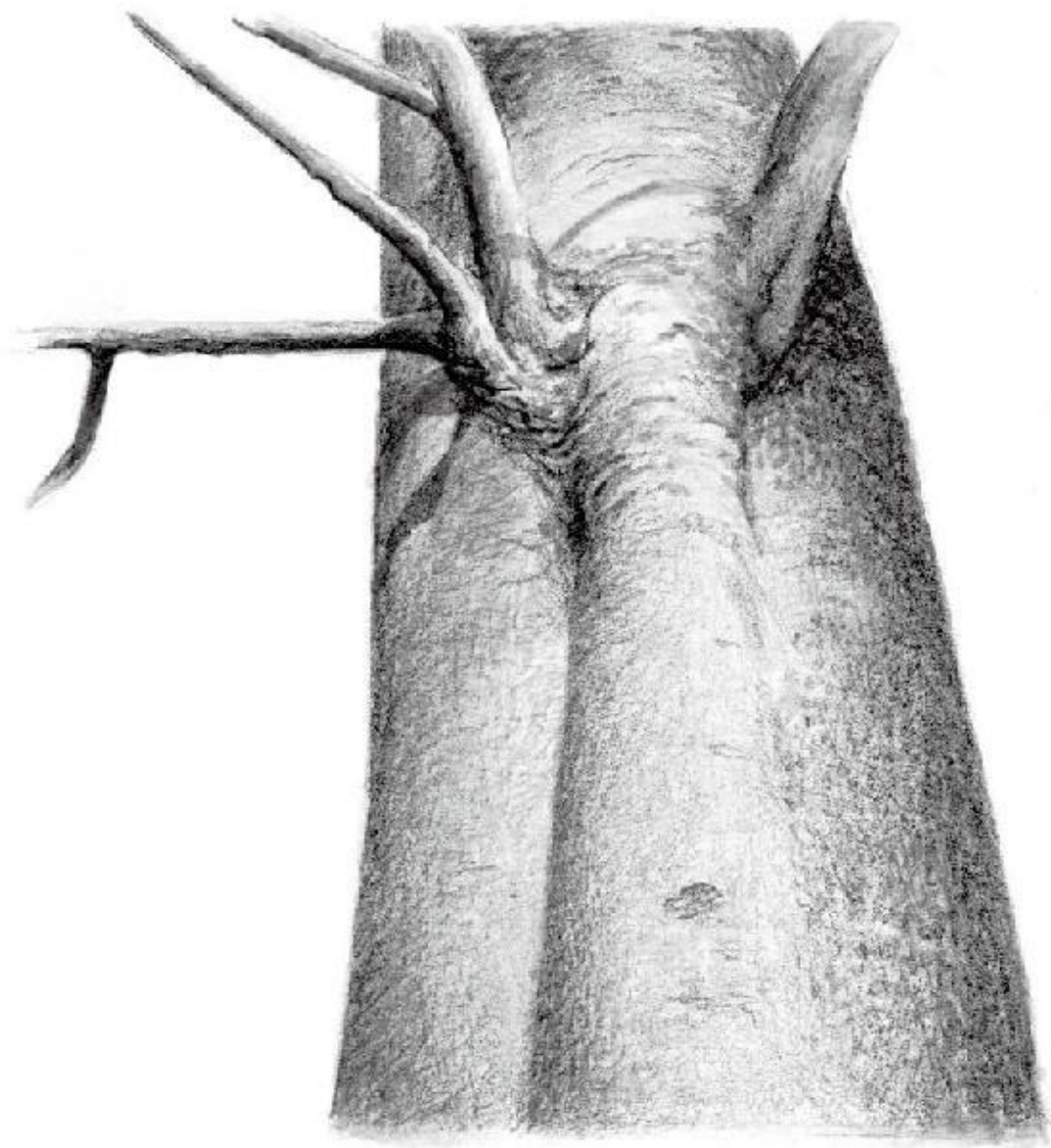
你若是暂时看不出连理枝的苗头，也有可能听见树枝之间这种结盟合作活动刚刚展开时发出的声音。当微风吹拂，两根枝条互相摩擦，发出响亮的“叩喽叩喽”声，常常被漫步林中的人误以为是啄木鸟在敲啄树干。

懒惰虫

树木总有一天能长成大树，不但树干粗壮、枝繁叶茂，而且不管枝干上挂的是阔叶还是针叶，都能充分进行光合作用。这些光合作用的装置需要营养的维持补给，所以会消耗很多能量，这也就是为什么森林早晚的放氧量有很大的差异。白天阳光普照，阔叶及针叶会产生数千克让人呼吸的氧气，并从空气中吸取大量的二氧化碳。相反的，晚间的树木仍会呼吸，如同我们人类一样，吸收氧气，释放出二氧化碳。所以要是想呼吸清新健康的空气，晚上去森林散步不是个好主意。

即使如此，树木日夜间的氧气净量还是正数，每天每棵树产生的氧气量，在加减之后大约是 5 千克（足够五个人一天的氧气需求），而从空气中吸收的二氧化碳将会被转化为木材，长期储存在树木中。

并不是所有的树枝都会平均分担工作，总是有些比较勤快，有些比较懒惰。照理来说，通常枝干越粗，其承担的工作量越大，也越容易被看作体力好、能承载重量的工人。这其中当然也有偷懒的“老油条”，常被误认为是尽责的工人。它们的枝条从外表看来确是很粗壮，似乎真的帮了很多忙，实际上的贡献却非常小。偷懒老油条枝干的叶子因产生太少的葡萄糖，根本不足以供应枝干本身所需的养分；不仅如此，它还就近从树干附近的组织吸取养分，而不是尽本分地供给树干生长所需要的养分。经过多年的积劳耗损，“偷懒”树枝下方的树干完全没有能量增生木质部，而其他地方的树干仍运作正常，神清气爽地继续生长。如此一来，树干上便会凹下去一块，形成凹槽（Hohlkehlen），这个瑕疵会从树干与树枝相连处的下方一直往下延伸。大部分树木在多年后都能发觉这株老油条枝干，便叫它立刻停工，于是它将慢慢地死去、折落或重新长出新枝。尽管如此，留在树干上的凹槽就算历经几十年，仍然清晰可见。



树干上的凹槽是偷懒树枝们留下的印记。

树枝透露的信息

树木会利用树枝向我们透露它的特点与冒险精神。如果在自己的树冠下面长出细小的新枝（不管是针叶树还是阔叶树），基本上是犯了大忌。根据不成文的《树木行为规范手册》，只有光滑无瑕疵的树干会长出蓬勃茂盛又端正均匀的树冠，我们观察一下原生林就能了解其中的原因。

在原生林中，母树会按部就班地教养小树，它不是用称赞及指责来养育小树，而是用光线。母树让只有树梢阳光百分之几的光线穿透树冠，投射到它根株旁的小树苗上，这样做不只是为了强迫小树苗们极端缓慢地生长，也是为了逼迫几百棵年幼的树苗垂直往上生长。如果其中某棵树苗异想天开，想当班上的小丑，也就是将顶芽转 90 度的大弯侧向生长，就会立刻受到母树严厉的处罚。

愚蠢行事的捣蛋鬼绝对无法在林下阴暗的环境中存活，因为侧向生长的它会很轻易地被身边垂直向上生长的同伴超过，留在越来越暗的环境里，终有一天一命呜呼，成为腐殖质。

林下微弱的光线继续影响着存活的小树苗，一方面让小

树苗形成细小的侧枝，另一方面让它们把主要的能量用来往上生长。几年后，随着树木向上生长的侧枝会死去并掉落，然后上方又会继续长出数量相同的侧枝。这些侧枝之所以死亡，就是因为直径太小，枝条特别细。在死亡树枝掉落的地方，树木会逐渐填平伤口，几十年后，就会形成一个完美光滑的圆柱形树干。终有一天，当母树亡故，某棵树苗冲向天际之路不再被阻挡，它便可以接续母树的使命长出壮观的树冠。这就是一个完全按照树木行为规范生长的模范生。

这种苦行僧似的青春年华意义在于：只有侧枝在活着时保持细瘦，死亡枯落时也是同样直径的情况下，树木才有机会填补侧枝掉落时在树干上留下的伤口。如果掉落的树枝在树干上留下的伤口直径达到 5 厘米甚至更大，真菌侵入树木内部的速度会比树木修补的速度更快，其后果就是树干缓慢、持续地腐烂，几年后，这棵树木就会在温带气旋的肆虐下倾倒。因此，给幼树的建言是：“树干上只能抽长细瘦的枝条，当树枝即将变粗时，必须立刻抛落。”

事实上，不是所有树木都会遵循树木的行为规范。总是有些树木会不放弃地一直想着靠增长侧枝来获取更多生长时所需的光线，造成这种行为的起因可能是它的邻居被砍伐或自然死亡了，有些树木不想白白浪费触手可及的多余空间和光线。于是，埋藏在树皮里的潜伏芽苏醒，长出枝条，开

始吸收多出来的能量。经年累月后，长出的枝条变得越来越粗，使得其万一断落后得到真菌青睐造成死亡的概率也越来越高。许多顽固的树木不在乎光线的微弱不足，一心只想一而再、再而三地让树枝好好地活着。所以没过多久，那些长出的小枝就会很快地再脱落，然后重新发出小枝。这种再三发生的小枝生死循环，导致的结果就是树干上会留下一块隆起，上面还装点着枯萎的枝条。这个记号让树木一生看起来都像个流氓。

小心谨慎型的树木不愿意当流氓，得到的能量也比较少，但有时它们会因为这样的谨慎行为得到补偿。当树木长在花园或是森林里，又刚好有机会长期远离和竞争对手为争夺光线而推挤抢位的威胁，那么在这种环境下，多长出的枝干对树木便有益无害。它们能改善树木的营养供应问题，也不会造成危害，因为树枝不会被其他的树木遮住，可以永远安稳地长在树干上。若树木身旁没有任何障碍，经由这些小树枝的协助，树冠甚至可以往下拓展。事实上，每棵树木的行为选择都是一种风险权衡，因树种不同的个性，结果也各有差异。

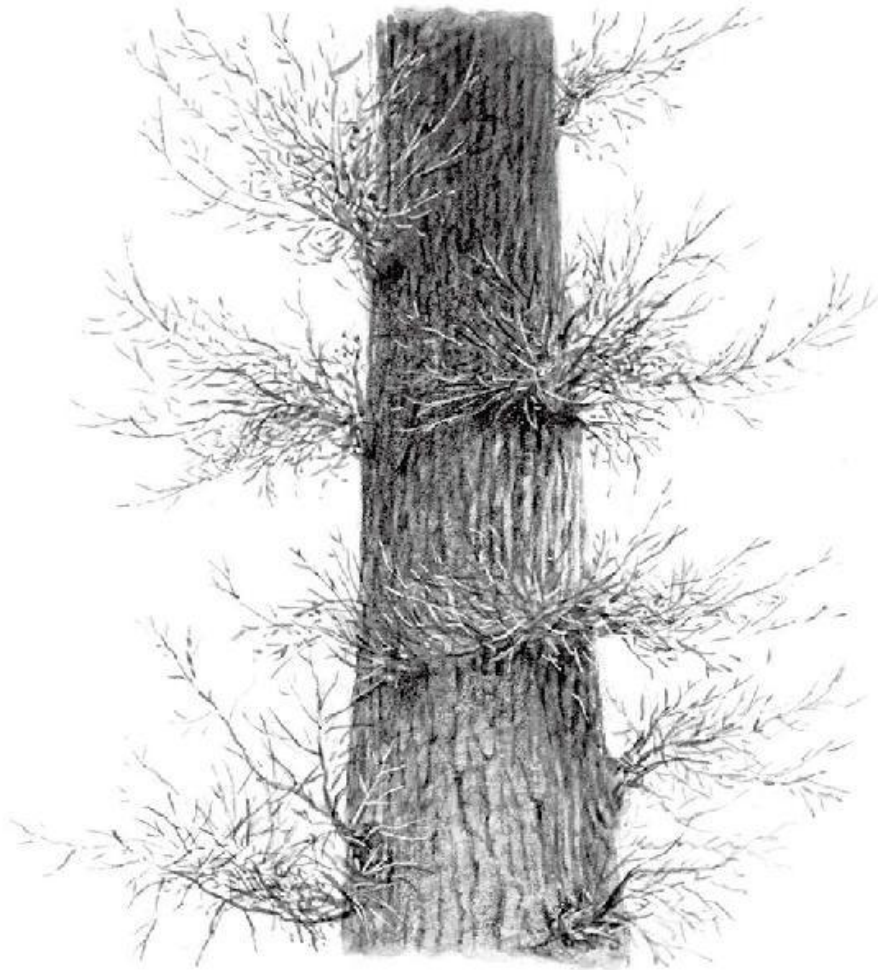
云杉天生就有这种杜绝枝条随意生长的基因，这也是园艺上不选择云杉作为围篱树种的原因，因为经过一次枝干修剪后，它们会永远长不出新枝，只留下光秃秃的树干。

在橡树或山毛榉这类高大、多疙瘩树种的树冠层下，可以观察到许多已死去的枝条，树干上也会留着一小段残枝。这都是因为这些树木年少时长在开阔的地方，有足够的空间生长枝条，并可以在主干的低处就开始形成树冠。这种类型的树种适宜长在牧场，属于典型的牧场树种。以前这些树种除了贡献出它们的树荫，到了秋天，树下的山毛榉榲果（Bucheckern）与橡树果（Eicheln）还会成为野猪喜爱的美食。

历经几年后，牧场慢慢形成森林，邻近的新树开始排挤已经如退伍老兵的老树。老将们为了不因缺少光照而阵亡，必须长得更高，形成新的树冠层，而原本较低树冠层的树枝会渐渐凋零。看得出来，想要覆盖先前宽厚的树冠，对来树木来说是很困难的。随着树木数量的增加，在公园或花园里也能观察到类似的现象。

橡树还有一个特征：一旦备受邻居们（身旁树群）的抑制威胁，橡树的精力很快就会衰竭下降。当它发觉自己的树冠被覆盖在竞争者之下，糖分的生产量会因缺乏日照而急速下降。在慌张害怕的情况下，它还会在树干上长出所谓的分蘖（niè）枝（Angstreiser），如一丛丛又细又短的树枝覆盖在整棵树干上。这是树木为活命而做出的最后一搏，似乎这样做真能抓住一线生命之光。但这很明显属于惊吓反应，因

为接近地面的树干上的分蘖枝通常得不到足够的光照，所以有恐慌行为反应的树木通常在几年后就会死去。



当橡树感到缺光时形成的分蘖枝。

回生枝

树干通常是拱形弓状的结构（译注：弓状弯曲边向上的杠杆力是最小的），枝丫从树干长出后稍稍往上攀升，然后枝条的前端再缓慢而优雅地往下弯曲。当面对大雪或大雨时，这样的弓状结构使树木能随机应变，枝干不易折断。这种结构对老树来说非常重要，因为老树的枝条最长可达 12 米，重量最高可达 1 吨。可以想象一下，当风暴来临时，树枝因摇晃产生的除了自身 1 吨的重量外，还加上巨大的杠杆力，将会多么的沉重！

有些树木生长时会形成结构上的缺陷。我们不禁要问：为什么树枝的枝丫不能直直往上长呢？有些树木还真的就这样做了：当树枝守规矩地从树干长出时，会先以婀娜优雅的弧度稍微往上长，然后水平向侧面生长。但枝干在几年后似乎又会突发奇想，树枝前端会再回到以弧形往上抽长。

经过几年后，树枝会越长越粗，越来越长，杠杆力也逐渐增强，终有一天再也承受不住巨大的压力——这些压力有可能来自暴雪积压或强雨的狠劈，树枝被强压而下沉。这样的情况对于正常生长的枝条绝无问题，它们有足够的弹性向

下弯曲。但对于向上弯曲的树枝来说，可是异常地疼痛：它们必须被迫以相反的弧度向下弯曲。只要“噼啪”一声，树枝里的木质纤维在受杠杆力最强的位置断裂，就会在木质部留下一道永远无法复原的长长裂痕。这种伤害连树木自身也无法疗愈，结果就是树木终身都挂着这些看起来古怪、夸张的树枝。

写真：杨树

杨树属里最常见的是欧洲山杨(Aspe; *Populus tremula*)，或称抖杨(Zitterpappel，也叫白杨)。其叶梗的构造独特，细长并轻微弯曲，稍有风吹动，叶子即刻会随风抖动摇摆，发出沙沙声响，因此被称为“抖杨”。

杨树与桦树一样属早熟型树种，喜好选择空旷的地区落脚，以每年 1 米的速度竭尽全力往上生长，寿命通常不超过 100 年。德国境内的欧洲山杨目前还可以被视为优质纯种的杨树，而黑杨的血统已经不纯正了。

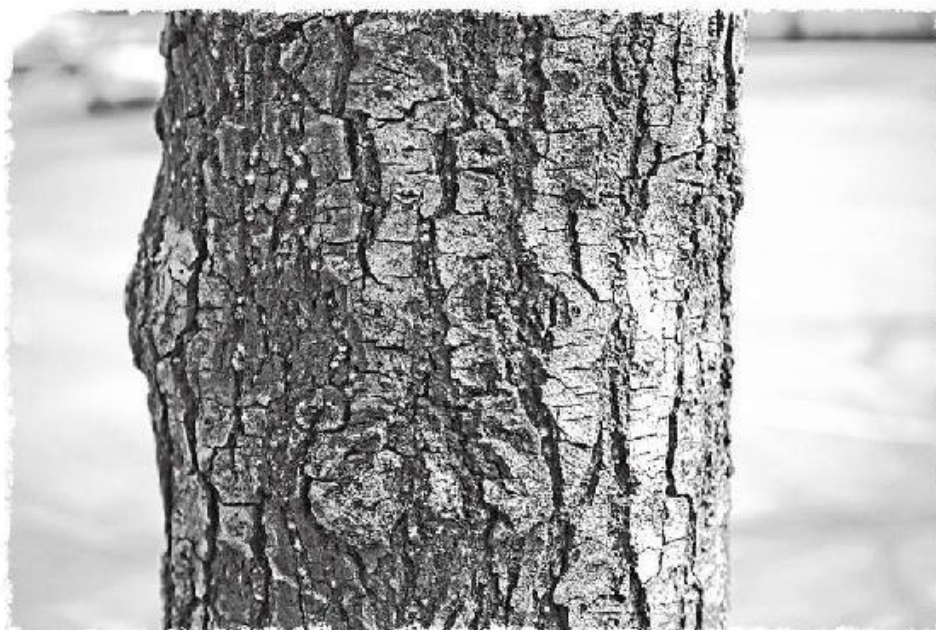
目前我们看到的多数黑杨是从别处引进的三叶杨（译注：德文直译是加拿大黑杨，学名是 *Populus deltoides*，跟德国黑杨不是同一品种），引进这种三叶杨使得原生黑杨面临濒临绝种的命运。

黑杨是典型的河流“跟班”树种，会沿着河岸生长，总带着浓浓的令人讨厌的泥沼味。说真的，它们的大枝干非常容易从树冠上断落，因此并不适宜种在自家花园里。



Chapter 8: 盔甲与软肋

树皮是最真实记载树木历史的史书



树皮的外形会因树种的不同而有差别。

基本上，树皮由死去的韧皮组织形成，

这些韧皮组织是内部形成层不断增生退役的组织。

林务人员常会提出一个狡猾的问题：“如果在树皮上刻上标记，几年后，标记会移动到树皮上多高的地方呢？”由于树木是从顶端的梢尖往上生长，所以，事实上这个标记的位置根本不会改变，也不会跟着树干一起向上移动。也就是说，树木树冠以下的部分，生长的方式是向左右延伸，意思就是树干变粗，画在上面的记号也会跟着变粗。

树皮是树木的灵魂之窗。树叶只能表现出树木短短几年的状态，树皮上的记号却会是永恒的印记。随着时光的流逝，它将是真实记载树木历史的史书。现在就让我们翻开树皮史书的第一章吧！

树木的形成层

介于棕色的树皮与木质部之间，有一层被称为形成层的透明组织。形成层薄如蝉翼又柔软的特性，常让人低估其重要性，这层组织是树干生长的马达。形成层把树木和木材连在一起，并且往内，也就是向树干里层生长木质细胞，向外则生长树皮细胞。

当树木受伤，木质部毫无遮蔽地被暴露在外时，形成层通常也会受到损害，所以在这个区域没有形成层可以分泌木质细胞转为木材，因而导致愈合时产生疤痕。在这种情形下，树木其他未受伤、完好的部分并不受影响，会继续生长，所以树围会继续变粗。至于形成层受损的区域，则会先暂时停工。此时，树木试着尽快修补受损的形成层破洞，修补的时间视破洞大小而定，有时必须耗费多年的时间才能完成修补。

为了不让未受损的正常组织生长领先伤处太多，树木会加紧修补，导致愈合组织生长得非常仓促。所以当树木的伤口愈合后，原伤处的木质纤维纹路长得相当不整齐，这些盖住伤口、凹凸不平的长条形，便成了留在树皮上一辈子的疤

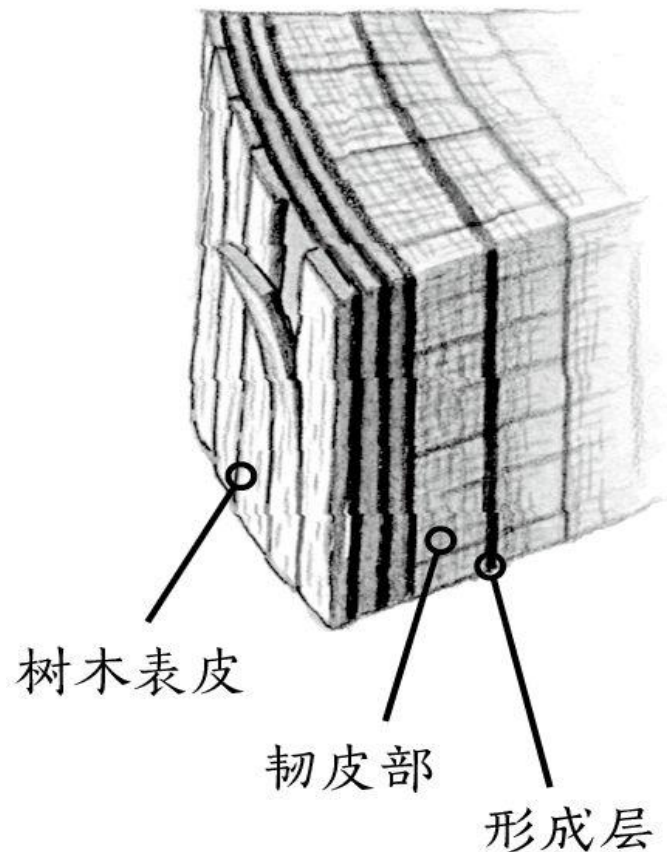
痕。

树木的树皮在树液收获期特别容易受伤。树液收获期是植物生长期的另一种说法，想要强调的就是树木这时是饱含水分的。夏天时，树木有超过一半的重量来自沁凉的水分，属于树木含水量最多的时期。在这生长旺盛的时期，形成层已吸足水分并变得滑溜溜，这种情况导致树木一旦受到动物踢踏或是被邻树的枝干撞击，树皮很容易跟湿滑的形成层分离而剥落，所以树木常常在生长期受伤。

输送养分的韧皮部

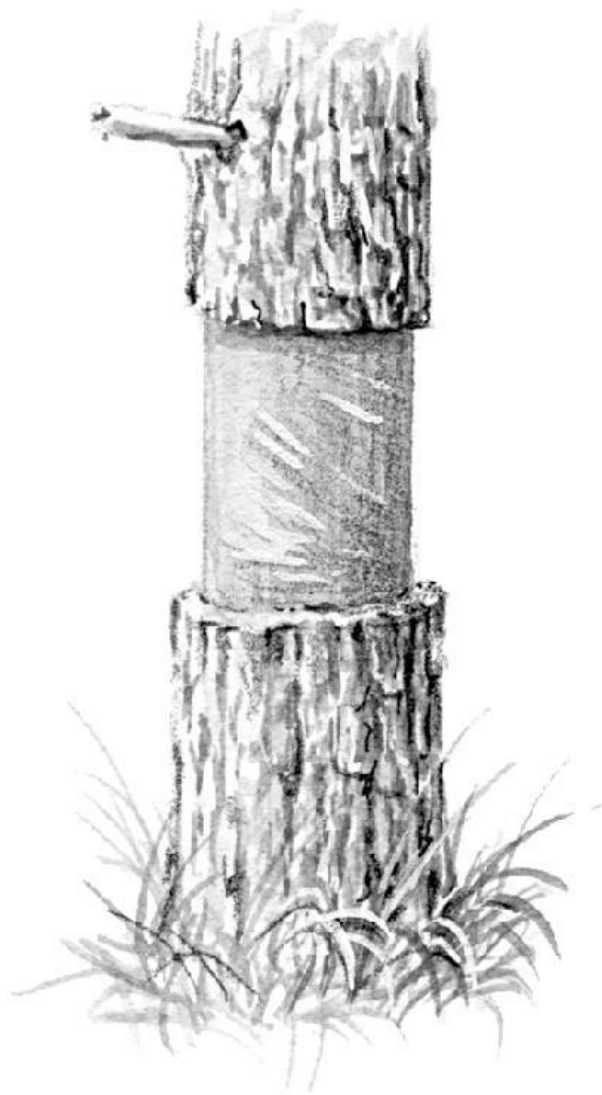
形成层往内生长木质部，向外则生长树皮。如同最年轻的年轮还活着一样，新生的树皮层也非常活跃。当树干木质部内维管束的水柱从树根向树冠冲流，在形成层外侧的树皮层里，糖分与其他液体则源源不断地往相反方向流动，也就是向下流至树根。这个依附在形成层外侧、活生生接近树皮的组织，被称为韧皮部。韧皮部的德文单词是 Bast，有树皮

纤维的意思，这个名称源于过去对树木非常残酷的时期，人们会剥除橡树或其他树皮制造需要的布料。



树木不需要输送管道供给树冠糖分，因为叶子（无论阔叶还是针叶）可以制造自己所需的能量（译注：因为叶子有叶绿素可以进行光合作用，所以是树木的小工厂）。相反的，位于地下室的树根为了整棵树的利益辛苦工作，其养分的来源则依赖树冠层的爱心养料供给。同时请别忘了，树木还提供糖分给蔓生在根毛上的真菌丝作为回酬，感谢它们的辛勤工作。

以上提到的树木运输系统的运作方式，会在等一下将提到的环切（Ringelung）中说得更明白。所谓的环切，是杀害树木最残忍的一种手段，以达到让树木死亡为目的。环切的做法就是以环绕树干一圈约 10 厘米的宽度将树皮切下，较脆弱的树木会因此很快就死亡；相对的，比较坚挺强壮的树种，如山毛榉或千金榆，大多会经历多年的努力，与命运搏斗，勇敢地活下来。因为年轮圈内部的区域负责从根部往上输送水分，并不会因树皮被环切而中断，树冠上的树叶仍旧有水分供应并勤奋地进行光合作用，产生糖分，所以树叶什么都不缺。环切阻断树木往下输送养分，使得树根与真菌丝因得不到养分而慢慢死亡。这样活活被饿死的折磨会拖延五年甚至更多年。对被环切的树木来说，这是很残忍的煎熬！它绝望又不安地利用所剩不多的时间挣扎求生，新生的形成层小心翼翼地探索暴露在外的木质部，试图再度跨接甲口（译注：甲口指环切的开口）。我曾亲眼看到一棵山毛榉在一个夏天内就努力修复了 30 厘米长的环切剥皮而存活下来。受虐待的树木会先在甲口上嫁接一层薄薄的形成层连接两端，再全力以赴地快速生长复原，让树木的所有运作回归正常。



树皮被环切的树木只有死路一条。

韧皮部除了能输送养分，还能储存养分，树木总得找个地方为了明年春天发新芽、长新叶储存足够的养分。树木会利用春天至秋天落叶前的时间，在韧皮部存满糖分与蛋白质。这些甜美的储藏物对许多草食动物具有不可抗拒的吸引力，只是树木不会如此轻易地允许偷糖贼享用大餐。这些偷糖贼

得先突破树木的树皮（又称木栓层），树皮就像骑士身上穿戴的盔甲一样，坚固无比。

树木的坚固盔甲

你所看到的树木外皮，其实只是树皮的表面，它们的外形特征会因树种的不同而有差别。基本上，树皮由死去的韧皮组织形成，这些韧皮组织是内部形成层不断增生之后退役的组织。坏死的韧皮组织渐渐往外皮方向推移后撕裂，多多少少会造成树干表面凹凸的褶皱。至于能附着在树干上多久，得视其稳定性而定，有时是几年，有时是几十年。然而树龄与树皮为正相关的发展，亦即树木越粗，树龄就越高，树皮的木栓层也就越明显。

树皮的功用与人类的皮肤雷同，能防止水分散失，形成一道密闭的屏障，防御真菌、细菌及昆虫的感染，或是缓冲所有的物理性伤害：当暴风吹倒身旁的树友、砸伤树木时，

树皮可以抵挡大约 5 厘米厚的伤害。

有些树皮具有另类的功用。例如巨型红杉（*Sequoioidae* 属）的树皮，看似像厚实的盔甲，却令人惊奇地柔软。如果你下次在林中散步见到这种树木，请安心用手指压压看树皮的柔软度。巨型红杉树树皮的柔软结构有时可达 50 厘米的厚度，目的是防火。在森林大火中起火燃烧的常常不是树木，而是干枯的树枝或是树木其他枯萎的部分；燃烧枯枝的地表火会在几秒钟内波及整个森林，然后很快就熄灭了。

在地表火燃烧的短短几秒钟内，巨型红杉仰仗又柔又厚的防火树皮纤维来隔绝高温，可以保持嫩弱形成层的凉爽，使树皮毫发未损；而它身旁易燃的其他树种如花旗松，则会被火舌吞没。森林大火后，没有竞争同伴干扰的巨型红杉可以继续生长，大火后的灰烬甚至会变成它们的肥料。此时，蛰伏 20 年的红杉球果正等待着大好时机，大火后的高温使球果内的种子纷纷蹦出来，落在地表被清空的森林土壤里。

我们这个区域的原生树种无法在森林大火后存活下来，是因为它们的树皮都太薄，以至于它们的形成层一遇热就会立即被破坏。对这些原生树种来说，任何的防火措施都是多此一举，因为中欧地区的森林，先天是不会发生森林火灾的。这话怎么说呢？你可以试着点火燃烧青绿的山毛榉或是橡

树的枝条，是燃不起来的，甚至落在地上的叶子、腐败的枝干也无法燃起来，因为在中欧这个纬度，空气总是潮湿的，所以无法引起森林火灾。

森林大火在单一树种的人工针叶林内却是有机可乘，因为这些树种含有精油与树脂。然而云杉和其他含有精油、树脂的树种并不是此地的原生树种，假如你听到新闻报道任何发生在中欧地区的森林大火，你绝对可以断定火灾一定发生在种植着外来树种的人工林内。

枝干掉落留下的疤痕

阳光从上照射下来，让树木从日照中获取能量，这是理所当然、众所周知的事情。当树木往上生长，越长越高，枝干则一直往旁侧伸展，使得树冠面积变宽，而树冠下的阴影会越来越暗，直到树干上最年长的枝干再也得不到足够日照而渐渐死去，因为它们已经无用武之地了。树木没办法指挥

枯萎死去的树枝和组织，但这死去的组织，却是真菌最爱的佳肴来源：糖分与纤维素。真菌会入侵已无生命迹象的枝干，并往树干的中心扩散转移，这种情况对树木来说非常危险，因为树木中心是树木的命门。树木只有年轮最外圈部分有输送水分的生理机能，也就是被称为边材的区域。此处特别潮湿，甚至对真菌来说，因太过潮湿而无法生存。

树木内部区域被称为心材，是树木中心停止运作、无生机活力的部分。树木内部最多提供树木更稳固的支撑，对树木几乎已经没有任何用处。每年心材外圈会多一轮树轮，就是年轮，内圈则有一部分组织退出输送水分的工作。所以，随着树木年龄越大，心材的范围会越宽。

因为树木对心材已无主控权，于是它会在心材运作停止前做好防御措施，以防止任何外来客蓄意的侵犯。树木会将心材内细胞与细胞间的联结阻断，并因树种的不同而分泌出不同的防虫、防腐的渗入物，例如橡树、落叶松、松树及花旗松等树种的心材会变色（译注：因为渗入物有颜色）。所以心材和边材部分就很好区分，因为心材的颜色明显较深。

当然，有些真菌完全藐视树木的防御措施，沿着树枝直接入侵树干并大快朵颐。真菌会从残枝缺口呼吸它们为了生存所需要的空气；这个残枝的缺口对真菌来说，就像人在浮

潜时使用的面罩上的呼吸管一样。

为防止真菌继续由残枝缺口呼吸，树木会将整个残枝包覆起来，并用新生的组织例如树皮，将其封住。当然，伤口愈合的情况与树干年轮增长的速度相配合，所以每年顶多只有几厘米。

至于已经断裂的树枝，树木与真菌间将会展开一场竞赛。树木若是能赶在真菌还未抵达心材前封闭伤口，它的感染部位便会重新运输水分并中断通气管道，使真菌被淹死或窒息而死。相反的，若是真菌入侵心材的速度比树木修复伤口的速度快，真菌便会大举入侵，破坏树木内部。根据不成文的说法，当树枝伤口的直径在 5 厘米内，树木就可能战胜真菌；若超过 5 厘米，则抵不过真菌的侵害。

其实，在天然环境下生长的树木的枝干要长到超过 5 厘米粗是不太容易的。当树苗还在母树树冠下蛰伏等待时，会因缺乏光线，根本无法长出粗壮的枝干。一旦母树死去，母树下的某棵幼苗便会快速地往上层的树冠区抽长，张开巨大的树冠。这么多年来，小树苗一直是在缺光的情形下成长，从来不曾有粗大的枝条在它的树冠下断落死亡，所以它年轻时形成的细枝，断落后都可以迅速被包覆愈合。

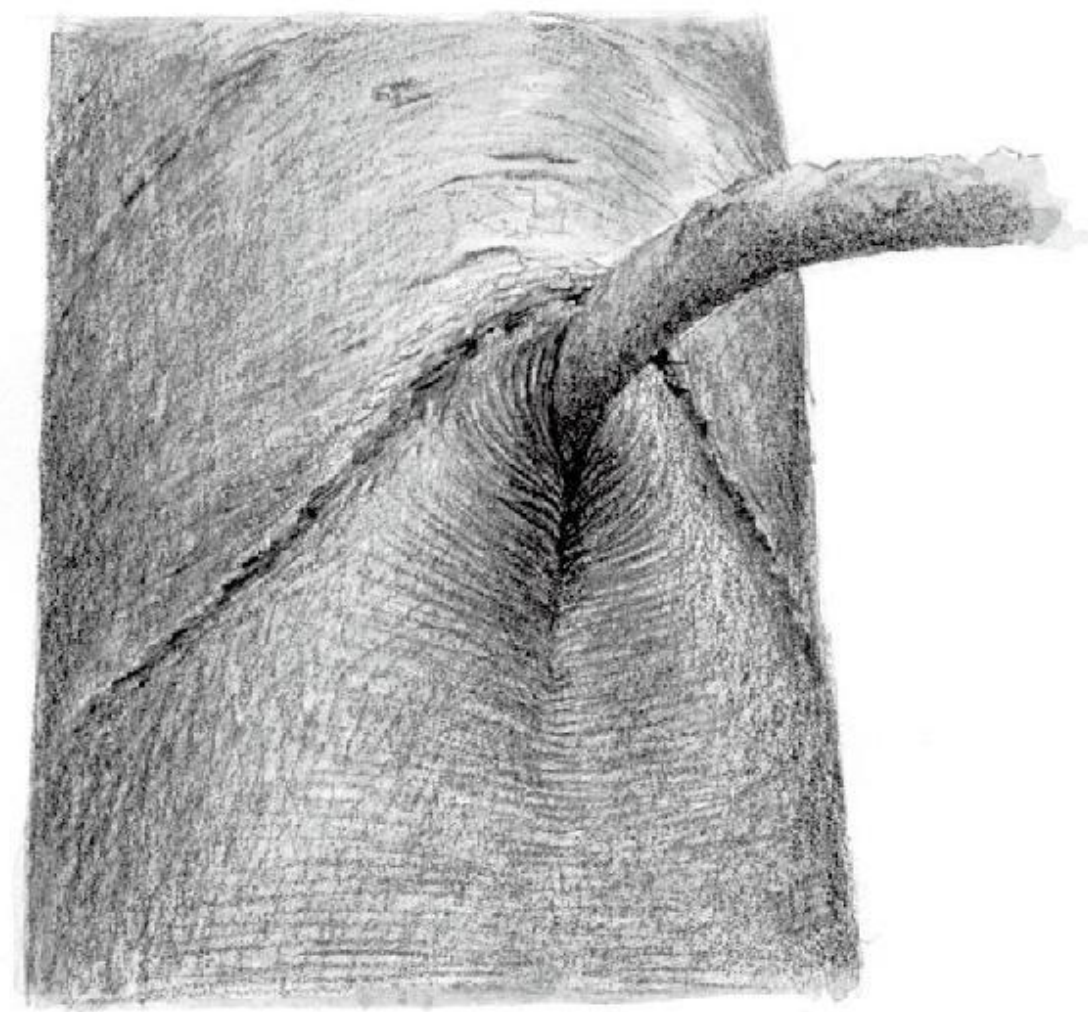
就算是晚熟型的树木也是如此，若是没有阻止，它们在

非常年轻时就可以形成宽大的树冠；要是也没有其他同伴竞争，那么所有的粗壮树枝都能存活在树干上。但是树木的一生跟人类一样，永远是计划赶不上变化，这一点我们从它的树皮的经历就可以看得出来。

在正常情况下，细小的新生枝条都是干净利落地从树干上断落。因为真菌入侵，使得细枝条的木材结构变弱，在树枝和树干交接处，也就是根据杠杆作用可以承受压力最大的点，只要微风吹过（或是鸟站在这个点上），枝条便会完全折断落下。

树枝断落后都会在树皮上形成特别明显的伤疤，你要是想认识这种纹路，我建议你先选择类似山毛榉这种树皮光滑的树种仔细观察一番，因为这种特殊的图案在山毛榉的树干上特别明显。

大部分从树干侧向生长的枝条都是稍微往上扬，当树干越来越粗，造成树干与树枝衔接处的树皮被往上推挤，也使得此处的树皮颜色变得比较深。树干渐渐变粗时，又会把这个受挤压的深色树皮拉长，最后这一处看起来会像细细的八字胡，专业术语为枝皮脊，德国林业人员则称之为“中国人的八字胡”（Chinesenbart）。



侧枝和树皮连接处经挤压形成了枝皮脊（中国人的八字胡）。

当树枝向上生长的角度越小，这个挤压区缓慢往上推的速度就会越快；枝条越粗，表示枝条在树干上滞留的时间越久，所以树皮被向上挤压的过程也越长。越长越粗大的树干和不断往上扬的树枝便将枝皮脊一直往上推。

想象一下这个画面，向上扬的树枝如同一艘船，在树干

上以非常缓慢的慢动作驶过，以激起艏波，即使船只早已消失于地平面（译注：隐喻树枝断落处），在风平浪静的海面上，V形波仍然清晰可见（译注：喻指枝皮脊还留在树干上）。

总有一天，等到枝干断落，树木包覆残枝的工作便会开始进行。此时枝皮脊虽然还留在树干上，不过已经不会再往上拉长或变粗了，因为树皮已经将伤口封住并恢复了光滑的表面。随着树干变粗，之前枝皮脊的脊线两端将离彼此越来越远，也就是八字胡须的角度会越来越平，几十年后就只剩下一条横线。八字胡木质部的粗细，透露出之前所断落树枝长在树干上的倾斜度；而八字胡向下的角度，则能让我们推测出枝条断落的时间点。

若想更清楚了解树枝断落前的生长情况，我们可以借由封蜡章（Siegel，此处指圆形树疤）得到更多信息，也就是树枝断落后留下的疤痕。封蜡章位于八字胡中央点的下方，是在树木包覆残枝的工作完成后产生的，看起来像是一个圆圈。这个疤痕的直径大约是枝条直径的一倍，因为树枝与树干连接处会往外生长，就像喇叭一样，这个情况便表现在两者直径的关系上。树木主要是由树梢顶芽负责往上生长，所以树干上的疤痕在高度上不会变。不论是恋人刻划的海誓山盟还是路标指引，每个记号都不会移位。同理，树干上的树疤和枝皮脊一样，只会随着树干增粗往两边拉长。

如此一来，我们就能由残枝包覆(Überwallung)(译注：树木自愈伤口的一种程序，从木头的剖面纹路能清楚看到整个过程，常被称为木头瑕疵。因为树木跟人类不同，无法代谢受损的组织，因此只能在坏去的组织上新生组织，也就是长出新的形成层)的情形来推断一棵老树以前所曾断落的枝干的直径：圆形树疤直径的一半，就是之前树枝的直径。想知道这个残枝被多厚的木质部覆盖了，则可以从枝皮脊的厚度得到一些线索。从两边胡须的最低点到枝皮脊隆起最高点之间的距离，就是枝皮脊的厚度。若厚度超过 30 厘米，表示枝条断落不久，树木才刚将残枝包覆愈合，也就是说在残枝处，只有一年的年轮木质部包覆着；若枝皮脊厚度小于 5 厘米，则表示残枝已经被妥善地包覆在 15 厘米厚的木材下。

这个推论方法只可用于阔叶树树种，它们的侧枝通常是先倾斜地向上长，直到几年后，随着长度与重量的增加，侧枝前端才会慢慢向下弯曲。并非所有的树种都会像山毛榉一样，毫无顾忌地公开泄露树枝的秘密。如橡树、桦树或其他树种，有着布满裂纹的树皮，我们必须非常仔细地观察，才能辨识旧伤的愈合处，因为橡树、桦树的外皮鳞片较多，使得受伤处看起来像一朵花，德国林业人员也把橡树及树皮多裂纹树种的树疤封蜡章称为“玫瑰花”。大部分针叶树的树疤比较不易辨识，因为它的树枝是平行地从树干往旁边伸出，

没有像八字胡的印记，但树干上树疤（封蜡章）的样子与阔叶树一样。

研究树疤生长过程的实用价值，在于让我们预测树木可能受到腐蚀病原（Fäulniserreger）感染的情况有多严重。还记得前面曾提到过：树木与真菌间的竞赛分水岭是直径 5 厘米粗的枝条。然而所有现象都是相对的，树木也不例外；一根粗大的残枝带给整棵树木的问题与麻烦，比一连串细小的残枝少。一棵树如果一次要同时应付多项修复工程是何等的困难，从那些树皮上布满枝瘤树疤的树木就可以看得出来。这些树木即使过了好几年，也没办法把树干再次修补得光滑无瑕；即使树木上的残枝已被新生组织包覆，也无法隐没在树干之中。

如果同时有太多的粗枝残干折落，势必危及树木的生命，没有一棵树木会故意挑战这种风险。可是为何树木仍会允许这样的情况重复发生？因为树木原本预设的理想状况是：总有一天，它能出人头地，超越旁边所有同伴，再也不用活在任何同伴的阴影下，获得取之不尽的光照资源。若树木正好长在森林的边缘，树枝还能往旁边开阔的草原延伸，安逸舒适地扩展树冠；同时它的树干越长越粗壮，完全没想到有一天充足的日照会消失。但请别忘了还有竞争对手：竞争对手有时是同种树木，但通常是异种树木；当时机成熟时，大家

为了追求更多光照，会想尽办法超越对方。

不管竞争者来自人工种植还是天然生长的树木，一旦站稳脚跟，大伙为了争夺光线竞赛的枪声，又会再度响起。原来的领先者若不服输，不愿被竞争对手遮住光线而饿肚子，在没有选择的余地下，必须再次出发奋勇直上。除了竞争对手的枝叶，还有领先者自己的树叶，在两者树梢下面一层的领先者的树冠会越来越暗，这也就是为什么完美粗大的枝干会死亡断落的原因。

所以，树干上有明显的枝瘤树疤，通常表示这棵树的树冠被强迫往上位移。像一些曾经被种在草原当作牧场用树的老橡树，人们利用它的橡实作为猪的饲料，有一天老橡树渐渐被新生的森林包围，树干上就会形成许多疙瘩状枝瘤树疤，这种情形是最典型的例子。

还有一个给家中装有烧柴火炉者的实用建议：劈柴时，柴块放置的方式要与树干的生长方向一致。用林务工人的粗俗说法就是：“木柴裂开的方向，就如鸟粪从天而降一样（也就是表示由上向下落）。”至于到底哪边是树干的上段，从树疤就能看出端倪。比方之前提到过的艏波，树干的上方就是艏波，或是枝皮脊的顶端所指的方向。

领环的功用

树木有专门负责包覆残枝的器官：领环（Astring），位于树枝与树干的衔接处，形状与小号的喇叭筒相似。领环处的树皮经常是皱皱的，有时看起来像一种绘画艺术。领环上的环状组织有能力快速生长并包覆残枝，而且它可以对抗真菌，防止真菌入侵到树干中心的最佳防御工事，所以领环对树木而言意义非凡。这圈环状组织最好不要受伤，才能正常发挥功效。

残枝一旦死去，领环将继续存活并立即开始包覆伤口，阻挡真菌入侵；几年之后大功告成，残枝会被埋入变粗的树干，领环处也渐渐变得平整，此处也会长出新的木材。

当树木的树冠越来越高，树冠下方的粗壮枝条就渐渐被笼罩在昏暗的光线下，树木有时候会主动命令这些枝条停工凋萎，你可以由特别长的枝领分辨出这个过程。这个枝领特别的地方就是有又粗又长的领环，常常有 10 厘米粗，而且大部分突出于树干。树木会在枝领的末端（译注：指靠近树枝的一端）形成非常小的角度，让枝条在此处不容易折断。靠

着特别长的枝领，树木快速包覆伤口的机会大增；而伤口愈合处离树身有 10 厘米，真菌也因此被远远挡在门外。

公园或花园里的树木常常以跟树干齐平的方式被修剪，很不幸这种做法对领环和枝领会造成严重伤害，因为这两个组织都是突出于树干之外。树木遭到这样的修枝后，随风飘扬的真菌孢子在几分钟内便会迅速入侵伤口。此时能够作为屏障的树皮（译注：此指领环和枝领）已被破坏殆尽，真菌将任意深入树干繁衍生长；就算树木在此处努力地修补封住伤口，也是白忙一场。

因此我们可以断定，这种伤口不管是大小，都会造成树木严重的腐蚀；而且不只带给树木麻烦，对人类也会造成很大的困扰。多年后，树木曾被修剪而受真菌感染的事虽没有人记得了，但这样的树木有一天终会因为渐渐被真菌侵蚀，最后剩下如火炉烟管的中空树干崩裂倒地。

当你修剪花园中的树木时，务必小心，千万别伤害领环部分，并要完好保留它（请参见第十九章）。

其他的伤疤

树枝是造成树皮上图案的始作俑者。树木每长高一米都会增长许多枝干，尔后枝条终将断落，在树皮上留下永恒的标志。除此之外，还有一系列各式各样的记事，在树干上留下不同的疤痕。

有些树皮的伤口或疤痕是高高地位于树干上方几米处，像是几条整齐的横线，这通常是因为邻树倒下时受到波及而造成的伤害。砍伐树木时，倾斜的树冠经常碰到邻树而造成自己的树枝断裂，断裂处会形成如刀子般尖锐的切口，使得整棵树木在倾倒时常常会割破邻树的树皮。

你如果看到集中于树干某一边像雀斑斑点的疤痕，代表树木的这一侧曾遭遇突发事件。比如在超过 100 岁树木的树皮上，有直径 5~10 厘米的圆形痕迹，可能是因为遭到炸弹碎片飞击而受的伤。另外一个可能造成圆形疤痕的肇事者是挖土机。挖土机的功用是沿着道路将挡路的土石挖出，铲斗弧线升起后转向路边把土石倒进植被里。如果树木在这个过程中被碰伤，形成层会受到伤害，从而留下之前提到的圆形疤痕。

如果圆形疤痕是在枝条的上方，那就是大自然的杰作，比如从天而降的冰雹。直径几十厘米的冰雹粒会打坏车板，形成坑洞；相同的大自然力量一样会在树皮较薄弱的树枝上造成严重伤害，在树木复原后就会留下圆形的疤痕。

在年轻的树木或是特别粗的树枝上，若有一排直径大约在 0.5~1 厘米间凹凸的圆形痕迹，那肯定是啄木鸟留下的伤疤。这种痕迹常会出现在枫属的树木和其他阔叶树的树皮上。造成这种伤痕的原因跟吸血鬼吸血是一样的：啄木鸟啄穿树干至木质部，是为了饮用春日丰沛的树汁，这对树木不会造成什么大问题，因为伤口通常在秋天就可以复原。但是如果在这期间伤口受到真菌感染，则会形成较大的树瘤（Wucherung），这些树瘤常会让人无法确切地跟啄木鸟所造成的伤口联系在一起。

树皮上的褶皱

不同的树种就有不同的树皮，种类无奇不有。有些树木年纪轻轻，树皮就出现了深深的褶皱；有些树木虽已老态龙钟，却有如婴儿皮肤般光滑无比的树皮。

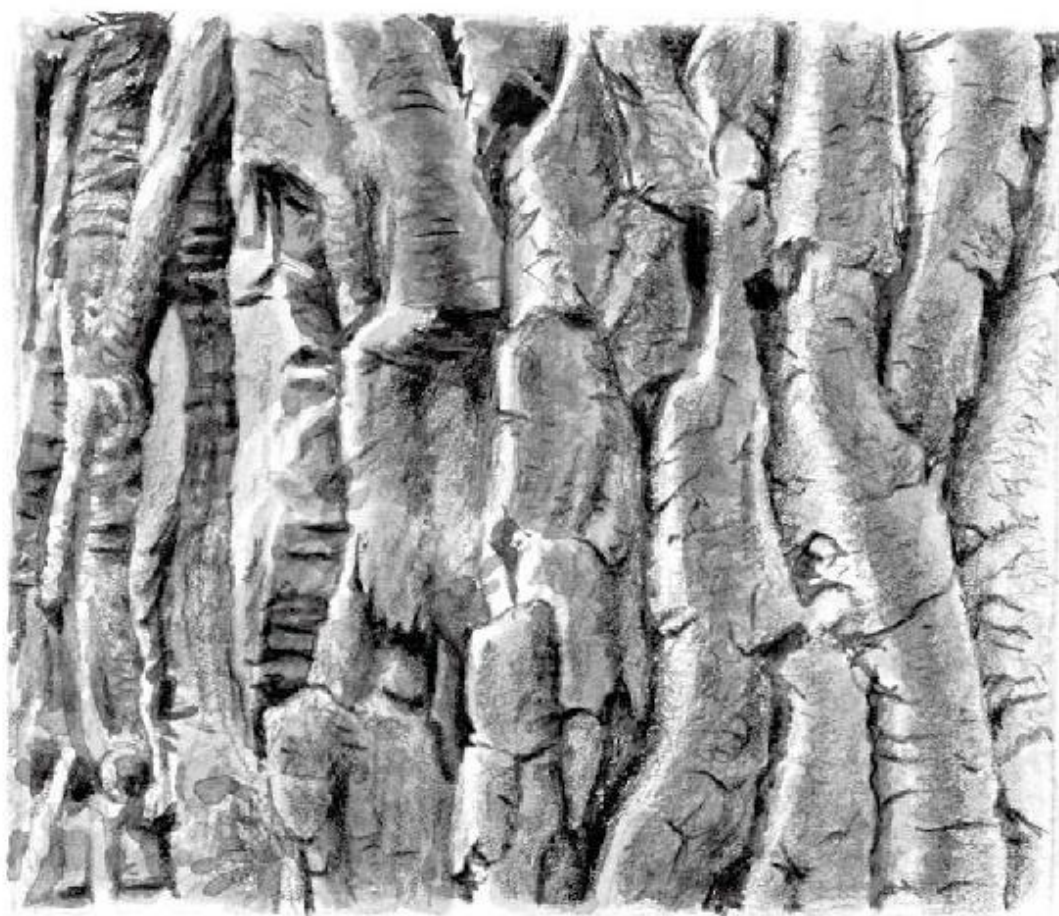
树皮上的褶皱与烦恼完全无关。当树干长粗时，树皮就显得太紧，导致树皮外层已坏死的部分撕裂。树皮上的裂痕会随着生长慢慢变深，因为在树木生长的过程中，韧皮部细胞会从内部不断往外推，一直到树皮再也撑不住为止，树皮便会随着时间不断剥落。有时树皮脱落是因为遭到虫害，由昆虫津津有味地啃食从前的输送组织所引起。最深、最明显的褶皱，自然多数留在树干的下方，这里同时也是树干最老最粗的部分。

基本上，外皮剥落造成的裂痕深度与从内部往外推的韧皮部细胞补给维持在一个特定的平衡点，我们可以很容易判断是否真的如此：若是树皮裂痕深于 5 厘米，就表明从内部向外推的韧皮部细胞补给的速度比树皮剥落快；若是老树上的裂痕浅平，则表明树皮剥落的速度比从内部向外推的补给快。这个过程并不会让树木有一天变得没有树皮，光秃秃地站在那里，树木的底线是露出活着的树皮形成层，这个组织一直都是完好无缺不会剥落的，树木生病除外。

巨型红杉的树皮特别厚，褶皱也特别深；而当花旗松老

态龙钟时，树皮上也会有很深的褶皱。至于云杉与橡树的树皮褶皱，则大约维持在 3~5 厘米的深度。当然，也有少数例外。

山毛榉跟这些树木最大的差异，就是就算到了 160 岁，它的树皮仍然没有任何裂痕，其树皮的剥落能力非常强，使得它的外皮厚度维持在一厘米左右并保持美丽光滑。只有已经相当老的山毛榉才会有比较厚的树皮，并且会形成外皮上的褶皱。



有些树种年纪轻轻，树皮上就显出深深的褶皱。

对某些动物来说，树皮的褶皱非常关键。一个让人印象深刻的例子是斑点啄木鸟（Mittelspecht）。它们最喜欢在腐木或大树上寻找食物，因为它们需要大树粗糙的树皮才能抓紧而挂在树干上。所以鸟类学家认为，斑点啄木鸟应属于橡树林中的鸟类，鲜少会出现在山毛榉森林中。然而这样的说法完全错误，因为这种色彩缤纷的鸟类在山毛榉林中缺席跟森林的经营有很大关系。林业从业人员在有银灰色树干的山毛榉过 160 岁生日前就会把它们砍倒，因为如果超过这个年龄，山毛榉的中心会开始变红，这表示可能接下来它会被腐蚀。为避免风险，林业人员通常会在这个年限内将树木砍伐，而这时它们的树皮还没有一丝褶皱。

事实上，山毛榉在不受人类干扰的情况下能活到 400 岁，大概在中年时，它们才会开始形成褶皱，因此在天然的山毛榉林内，到处可见老山毛榉，斑点啄木鸟当然能自由自在地在林间上下穿梭。

斑点啄木鸟已被认定为属于山毛榉原生林的物种，它只是被迫在培植景观（译注：指人类造的自然景观）中选择如橡树这种在青年时期树皮就布满褶皱的树林栖息。近年来，它也被视为原生林的指标性鸟类；在天然原生林里，老树们可以不受干扰地颐养天年。

长胡子的树木

我经常被问到：“如果树皮上有特别奇怪的斑痕，是否代表这棵树木已经生病？”每次我的回答都能使提问的人安心，因为那些斑痕只是长在树皮表面且无害的地衣（Flechten）。

地衣是与藻类共生的生物，它们生存得非常艰难：无根的它们只能通过雾气与雨水获取水分，所需的矿物质养分只能从附近空气中的尘粒获得。干旱来临时，地衣几乎失去所有的水分，像静止不动的木乃伊呈休眠状态，等待下一次与雨水的邂逅。因此请不用讶异为何它们每年只生长几毫米。也正因为如此，它们才能长久活着，与其依附的树木一样长命百岁。

苔藓（Moose）也是无害的益友，不管石头还是树木，它们只需要有一个稳定坚固的附着处就能繁衍。它们特别喜欢附着在粗大的树干上，随着大量雨水从山毛榉粗大的树干上冲刷而下，并流往根部，苔藓就能从中获取一小部分需要的

养分。所以总能在树干的潮湿面才能见到其踪迹。



不过，想从苔藓长在树干上的位置分辨方位，只适用生长在开阔地带的树木，因为以德国而言，坏天气大多是从西边而来，所以风雨也从西边的方向吹袭（译注：德国在地理上位于中纬度西风带，所以盛行西风），这也是为什么朝西的树干会比较潮湿而容易繁殖苔藓，那儿的苔藓也长得比较好。

如果树木是长在花园里的背风处，或者是有许多树木同伴的地方，比如森林里，那么风吹向哪儿就不太明显了，这时苔藓会长在哪里，就要看树干的弯曲走向。许多树木的生长或多或少都有些弯曲，下雨时，雨水总是顺着树身的曲度而流下，水流在转弯处的下方会滴落，而在有弯曲处的上方，水流会继续流向树根，因此苔藓都是长在树干弯曲面的上方（译注：树干弯曲处会像碗一样承接雨水，所以苔藓会长在弯曲处上方）。因此，德国旧童军守则中提到的苔藓能预测方位，会造成重大误导（译注：德国旧童军守则中提到：“树上的苔藓都是朝向西方！”）。

树木的眼泪

大部分针叶树都会产生一种类似创可贴的东西，我们称之为树脂（Harz）。它能在瞬间将小伤口紧密封合隔绝空气，并有抗菌的功用。不论在木质部、树皮还是针叶里，都有树

脂的运输管道，里面的树脂永远有足够的藏量。

树干因遇温带气旋而严重弯曲，木质部也会产生撕裂（参见第六章）。但不用担心，转眼间这道被撕裂的伤口就会被树脂填满并修复。当这棵树被砍伐，加工成木板条在建材店销售，板条上的树脂囊就是木材曾被树脂修补过的地方，在加工处理时非常棘手。树脂囊不但没办法上色，天气热的时候，树脂还会因高温融化从木板上渗出。



树脂是针叶树神奇的创可贴。

液体创可贴不仅能封合裂缝，更重要的是，里面所含的透明物质是对抗小蠹虫（Borkenkäfer）最好的防卫武器。一旦这种贪吃的小生物开始在树皮上钻孔，健康的树木马上会祭出致命的迎宾酒水（树脂）回应，并紧紧把这个小家伙黏住。当我们看到树干表面布满水滴状的树脂，表示树木曾受到攻击。假如是遭受昆虫攻击，挂在树皮上如泪滴般的闪亮水滴，就代表树木完美地打败了入侵者。

为什么只有针叶树有这种万能药剂？针叶树之所以会有储备树脂，可能与云杉及松树等树种来自寒冷的北国有关。在那里，漫长冬日才结束，凉意未尽，生物们已迫不及待，用爆发力十足的能量展开新生命。当然，小蠹虫也不例外，趁着树木还未苏醒，疲惫迟钝，便乘虚而入。在这种情况下，树木能够有所反应以防御甲虫入侵不失为上策。

真菌感染会造成另一种树皮布满树脂的类似现象，这代表树木已经受到非常严重的威胁。细微真菌丝大举进攻树木内部会造成组织坏死，在与真菌的大战中，树脂用尽，树脂管道变空。只有极少数情况，树木可以战胜真菌感染；大部分的情形是大量树脂突然流出树皮表面，接着针叶会转黄最后凋落，表示树木已走到生命的尽头了。

写真：千金榆

千金榆（Hainbuche; *Carpinus betulus*）的名字里因有桦树的含义，很容易引起误导，其实它应属桦树属，而不是山毛榉科。

千金榆是德国土生土长的阔叶树，在各种环境下都可以安身立命，它在森林里靠着穿透山毛榉和橡树树冠的一点光线就可以生长。这一点光可以让它生存下去，但没办法长成粗壮的大树，故千金榆的外观看起来总有些娇小玲珑加弯腰驼背。如果放任它肆意生长，最高可长到 25 米。它跟桦树一样，最长寿限仅有 120 岁。

千金榆不讲究、易满足的天性，相当适合作为树篱：它的枝叶耐阴力强，叶子总是浓密茂盛，能忍受花园主人每年的修剪，从不发牢骚。它有一部分已枯黄的叶子会挂在枝丫上度过寒冬，因此在冬日里，千金榆树篱还是有一些遮蔽的作用。



Chapter 9: 勇敢与随性

任何器官都没法比树叶更能反映树木的心理与个性





树叶是树木的眼睛，也是光的孩子，树木把叶子生出来，

是为了将一束束的光线转换成粗大有力的树干。

同时，树叶也是树木的肺部，上面分布着 1 万个气孔，

白天吸收二氧化碳，晚上吸收氧气。

技术高超的医生帮人看病时，有时甚至不需要通过冗长的问诊，只要看一下患者的眼睛，就能探出其健康状况。

树叶是树木的眼睛，也是光的孩子，树木把叶子生出来，是为了将一束束光线转换成粗大有力的树干。同时，树叶也是树木的肺部，上面分布着 1 万个气孔（每一片叶子上就有 1 万个！）白天吸收二氧化碳，晚上吸收氧气。

为了不让树木被沉重的“太阳能电池板”压倒，叶子的构造极其精巧细致（当然也包括针叶树的针叶）。它们不但轻盈且超级敏感，树木的任何一个器官都没法比树叶（绿叶）更能反映树木的心理状态与个性。在接下来的章节中，我将从不同的角度仔细探讨树叶。

冒险家与胆小鬼

每年的秋天，正值落叶时期，阔叶树的叶子便开始沙沙作响，接着就摆脱树木而掉落到地面。叶子为什么会掉落呢？关于这个问题已经有很多不着边际的答案，事实上，真正的原因近在眼前：树木落叶是为了减少秋天温带气旋来袭时的

受风面积。想知道这个答案是否正确，只要每年秋冬季节关注温带气旋的新闻就可以得到证明。因受强风影响而倾倒的树木，大部分是针叶树，只有少数的情况是阔叶树。为了避免因叶子掉落而流失太多养分——这里主要指氮（Stickstoff）的流失，树木会分解叶子内的蛋白质连接链，然后将养分输送至树枝储存。接着，树叶会分解叶子中的叶绿素（Chlorophyll），之前颜色被叶绿素覆盖的类胡萝卜素（Carotinoide）就会显现出来，将树叶染成橘色和黄色。然后树叶在叶柄部位形成离层细胞造成落叶，直到枝干变得光秃秃的，任风吹袭。

树木开始落叶是由白天的长度缩短并附带气温下降引起的。对此，顺便提一下，已经证实，树木对时间和气温这两种因素真的会有感应。你也可以从寒流来袭时阔叶树开始落叶的现象中看出来：树梢的叶子会最先感到寒冷，也最早掉落；而挂在它们下面的其他叶子通常延迟 1~2 周后才缓缓落地。但这并不表示只要寒流来袭，所有树木的树叶就会同时变黄并掉落，尤其当同树种的树木聚集在一起时，更能清楚地察觉出这一点。在同一环境条件下，有的树木的叶子在十月初已经变色，而有的树木却到了十月中旬仍保有绿色。之所以会有这种差异，既不是因为土壤，也不是因为吸收了水分，更不是微气候（Mikroklima）（译注：又称小气候效应，

指小范围的气候环境与周边大环境有所差异的现象。比如在湖区附近的气温会比较低，或是原本相连的林区遭外力破坏被分隔为两区，也会造成原林区内小环境的气候改变）形成的不同环境条件所能解释清楚的。

我用三棵相邻生长的橡树举例说明：这三棵橡树相距约30厘米，从远处看它们好像是一棵橡树。深秋时，因三棵橡树落叶的时间点不同，所以能非常容易地辨认出是独立的三棵橡树。然而在它们方圆一米内，分享的其实是相同的土壤、相同的水域条件以及相同的光照与温度。

它们之间的差异是由其他原因引起的，每棵树都有一套自己的抗风险策略。事实上的原因如下：在进入冬眠前，树木一定要甩掉叶子，因为一旦进入冬眠状态，树木就不再有感觉或反应。每年第一个真正凛冽结霜的夜晚来临前，是树木落叶的最后期限，因为从这个时间点起，树木会被强迫休眠。假如树木错过这个落叶时机，叶子就会挂在枝丫上过冬，而树木被风暴吹倒的概率也会相对增加。接下来的情况就变得更棘手了：树木如何得知温度何时会降到冰点以下呢？答案是，树木知道得就跟天气预报一样少（译注：意指目前树木和人类都无法准确预测天气）。你看，有时候我们能享受到好几天，甚至是延续至十月底温暖如夏的黄金秋日，可有些时候却在九月末就会遭遇秋天温带气旋，接着在十一月初已

见深深积雪。然而我总是认为，树木对于冬天是否会提早报到是有感觉的。

现在让我们回到不同的树木为什么会在不同的时间落叶这个问题上来。每棵树木从何时开始落叶，其实与它的个性有关。比如为了保险起见，谨慎小心型的树木通常都会提前 1~2 个星期就甩掉许多叶子——未来是无法预料的！而其小心谨慎的代价就是制造糖分的时间相对缩短，必须依靠较少的过冬脂肪（译注：这本来是指有些动物，例如熊，为冬天增加脂肪以度过冬眠，作者转用在树木上）度过冬天。假如来年春天树木不幸生病了，可能就表明树木缺少了这份过冬脂肪。

至于勇敢豪放型的树木，则会尽量拖延落叶的时间，直到最后一刻。对它来说，黄金十月的每一天都是储存丰沛糖分的好时机，尽管它身旁小心谨慎的树木同伴早已进入冬眠。只是有时会出现意外，严寒霜冻会出其不意地来临，并强迫树木进入冬眠。所以，冬天还留在树木上的黄叶在告诉人们，是哪种个性的树木算错了落叶时间。



树木何时落叶或何时发芽，其实与树木的个性有关。

早春时叶子的生长情况正好与深秋时的落叶情况完全相反。柔弱嫩绿的春叶对五月降下的寒霜特别敏感，若寒霜冻伤了所有新长在外部的组织，树木就必须奋力用残存的精力再次萌芽。所以小心谨慎型的树种宁愿在畏怯害羞的叶芽

张开前，稍微再等待一阵子才长出叶子。相反，胆大勇敢型的树木勇士就如口号常喊的一样：“哎哟！我不怕，我来了！”

（Hoppla! Jetzt Komm Ich.）〔译注：这是德国 1932 年流行的老歌，主唱是汉斯·阿尔伯斯（Hans Albers）。“哎哟”是不小心跌倒时常说的口语，这首歌歌词的寓意是勉励人们遇到困难时不畏惧，凡事勇往直前。〕它们在提前报到的暖暖四月天迎接新春。但如同在秋天判断何时落叶的情况一般：如果猜对叶子的生长时间，决定提早发芽，树木能获得额外的能量；可一旦误判，勇敢冒险型的树木会比谨慎小心型的树木更晚发芽。树木如何判断落叶与发芽的理想时机，全靠它们的“个人智慧”。

随性的树木

之前曾提到过，树木在冬眠前会从即将落下的叶子中收回部分有用的养分。然而，不同的树种会有不同的运作。柳

属的赤杨树会任由绿叶掉落，完全不回收养分，因为它们靠共生的地下根瘤菌（Knöllchenbakterien）就能充分补给所需的氮。其他的树种，如苹果树与樱桃树，当它们的叶子被染成红色或黄色后，就会立即掉落。至于山毛榉或橡树，则是从“太阳能电池板”回收养分最彻底的树种，它们的叶子直到变成咖啡色后才会掉落。以上这些现象只是一般规律，也有例外的情况发生。

有些树木的个性马马虎虎，不按常理出牌，采取叶子任意掉落的方式，不管绿叶、黄叶或枯叶，都随意甩落。而且它们的一片叶子上还常常出现好几种颜色：靠近叶子的边缘是咖啡色，接近叶子中心的部位是黄色，接近叶柄的部位则是绿色。看起来，这棵树木根本没有一点儿耐心去完成树叶的分解代谢和掉落的完整过程。至于树木是否能承担偷懒所造成的营养流失的后果与损失，就要等到明年早春才能知晓。

有的时候，在勤奋型树木身上会发生叶子还是绿的就被甩落的现象。其实，这表示树木已受到真菌或细菌的感染。这些一心只想在树叶上停留更长时间而吸收更多养料的小小寄生生物（如真菌类），会干扰树木分解叶子里的蛋白质并回收的过程。

马虎个性树木的落叶情况与已被病菌寄生树木是有差

异的，你可以从掉落叶子的变色情况来辨别：叶子的变色若是从叶柄的部位开始，从叶子边缘往叶面中心，颜色从绿色渐变为黄色（红色）或者咖啡色，表示树木属于马虎型，没有用心处理落叶的程序；如果叶面变色的顺序刚好相反，从叶柄处开始整片叶子都是咖啡色，叶子的背面却呈绿色，则表示寄生生物阻挠了树叶进一步的分解代谢工作。

樱桃树、花楸树、长果花楸或白面子树等蔷薇科的植物，经常在八月底就为来年做好储备，树叶开始变色，斑斑红叶显示树木离进入冬眠阶段已不远。难道这些树木弄错了月份吗？在它们旁边的橡树、山毛榉及白蜡树仍是枝叶茂盛，绿意盎然。

事实上，它们并没有弄错，只是留下叶子已没有意义，因为它们的储藏室已经满了。树木里主要负责储藏的组织已完全填满糖分与蛋白质，继续开工生产毫无意义。所以这些树种在丰年就早早停工休息进入冬眠，虽然叶子掉落了，但并不表示树木生病了，只是告知大家：我饱了！

终年常绿的树种

除了原生种落叶松外，德国的针叶树（大多是引进的树种）都是终年常绿，秋天来临时并不会落叶，或者至少保留大部分的叶子。当然，有时针叶也需要除旧换新。随着时间流逝，一些老的、受损的针叶必须更新，其中年纪最长的针叶会率先凋落。到了春天发芽时，又会长出一轮新叶，以保持每根树枝上的簇叶（译注：针叶树的针叶是一簇簇地长在一起）每年都在一个稳定的数量。依树种不同，簇叶上的数量会从4根一束（松树）到10根一束（云杉）不等。要是树木生病了，每一束的数量就会比应该有的数量少。

当阔叶树落叶时，针叶树也会跟着落叶，但针叶树凋落的大部分是多余无用的叶子，好像针叶树也想对缤纷灿烂的秋景有所贡献一样。然而，为什么针叶树要留住叶子，保持常绿呢？难道它们不用防范秋天即将来袭的温带气旋，将叶子脱落以减少树木的受风面积吗？在中欧地区，90%被温带气旋吹倒的树木，可都是云杉、松树与冷杉等针叶树种啊！

我们可以从这些针叶树种的原生故乡得到以上问题的答案。在世界各地，只要是气候极为干燥并长期酷寒的区域，

便是这些针叶树树种大展身手的地区，如西伯利亚的针叶林带，这个位于北方的针叶林带，从西伯利亚经北欧的斯堪的纳维亚，延伸至加拿大，春、夏、秋三季在这一地带都只有短短几周。在这期间，树木要萌生树叶、生长木质部，之后还要抛掉已凋零的叶子，实在太费工又耗时。树木若有办法随时开工，就可以好好利用早春偶尔几天阳光明媚温暖的日子，即使接下来又将遇到下雪结霜，也不会有什么损失。为了不使树叶冻伤，针叶树会在针叶里形成防冻剂（就是我们拿起针叶用蜡烛熏烧，会造成针叶猛然膨胀的物质）。另外，针叶还有一层防止蒸发的、厚厚的保护膜，使它们跟阔叶树叶子相较更坚硬。就是因为针叶具有这些机制，才使得大多数针叶树保持常绿。这也是为什么针叶树能够占领许多阔叶树树种根本无法生存的地区。

人类却将针叶树移植到阔叶树的故乡——中欧地区，或是因为林业需求，或是个人审美品位不同，或是为了圣诞树的生产供应。中欧地区的生长条件与北方截然不同，比较起来，中欧地区的气候较温和且雨水充足，植物生长期从短短数周变为六个月。简而言之，这里简直就是针叶植物的天堂。这样的环境对针叶树不会造成任何伤害，针叶树甚至会长得有点好过头了。在这里，它们加速垂直往上生长，好像不敢相信自己有如此好运！然而，看看作家威廉·布施（Wilhelm

Busch)是怎么说的：“别拜托老天大发慈悲了，因为结局早已注定。”〔译注：威廉·布施是德国著名诗人、漫画家与雕刻家，擅长用讽刺笔触书画人生百态。文中的句子摘自他1865年出版的讽刺漫画集《马克斯和莫里兹》的序文〕从统计概率来看，凡超过25米高的云杉，在典型冬季温带气旋的持续威胁下，由于还戴着绿色针叶的树冠，受到杠杆作用的影响，根部受力非常大，因此迟早会被风吹倒。

常绿针叶树还是免不了会遇到另一种很少发生的意外。当早春突然变得很暖和，针叶树上的雪一下子融化了，然后它就可以立刻开工，因为跟阔叶树同伴相比，它身上还带着小小的太阳能电池板。但是这样一来，有时针叶树会出现上下失调的问题。

初春时，针叶树上层的树冠已开工进行光合作用，但因为土壤还未解冻，地底的根系没办法往上输送水分；而已经开工的树冠好像没意识到这一情形就开始吸取水分，直到把树干储藏的水分都吸尽，最后导致树木干枯死亡。

树木的排泄作用

树木是令人赞叹的生物，而且有一部分与人类相似的特性。它能呼吸，以糖分作为养分（糖分是由它的叶子工厂所生产的）；它能感知父母的喜好教养，并且会经营友情。到目前为止，我忽略了一个非常常见的话题：树木是否也必须“上洗手间”？毕竟，地球上没有任何生物只需要吃喝，而不上厕所、不排泄的。

树木是吸收二氧化碳、水解淀粉（葡萄糖），释放出氧气（对树木而言，氧气是所谓的废气）的生物，但这还不是完整的答案。我们人类也是将大部分的养分分解为二氧化碳和水，吸收空气中的氧。只是，我们如何处理多余无用未被消化吸收的东西呢？人类是以尿与粪便的形式排泄废物，那树木呢？你曾见过它们的排泄物吗？当然，你已经见过了！秋天掉落的叶子（阔叶或针叶）就是所谓的树木排泄物。树木在甩掉叶子之前，会先将无用的物质输送到叶子上，叶子就带着这些废物随一阵清风落地归土。

此时，树下早就等候着负责废物利用的工作者。假如没有它们进行这些处理工作，树木总有一天会因地上的落叶覆

盖土壤窒息而死；再说，土壤若没有废物再利用的机制，很快就会退化。这是一个完整的舰队（译注：指土壤中的微生物），可以分解落叶，但我们至今仍然没有鉴定出分解落叶的每种生物具体是什么。不过可以确定的是，森林的存在不能没有它们。

当被抛弃的“太阳能电池板”掉到地上后，潮虫（Asseln）与甲虫类会抢先啃食，真菌和细菌也随即加入盛宴行列。等到落叶稍经腐蚀变松软后，蚯蚓（Regenwürmer）、弹尾虫（Springschwänze）与蜱螨虫（Milben）也陆续加入分解队伍。它们蚕食森林中每年每平方千米内所产生的堆积如山超过 400 吨的落叶，再加上至少 1100 吨的残干、枝条及大小动物的尸体。

这些饕客食用落叶时总会吞下一些土壤，因此它们的排泄物也会混合着腐殖质与黏土。我们的肉眼都能看到这些渣屑状圆形颗粒的小土堆，它们是涵养水分的最佳载体，而且能够吸附天然矿物质。

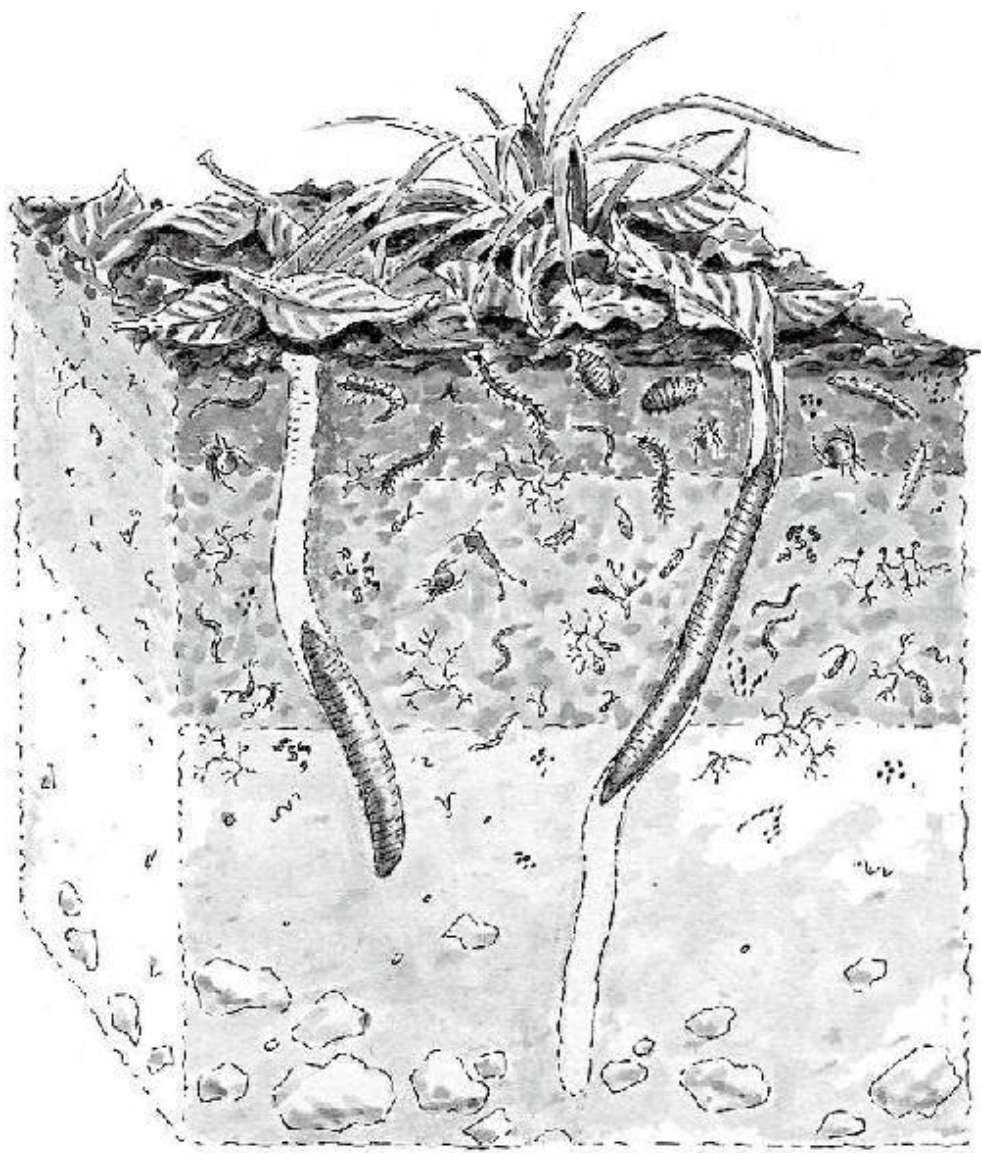
在森林中，这些树木小帮手的总重量不可小觑，林区里每平方千米所有哺乳动物的总重量最多只有 3 吨，而同样面积内却生存着 20 吨重的蚯蚓。据科学家估计，其他落叶分解微生物（Laubfresser）如蜱螨类、弹尾虫等加起来总的重量，

每平方千米可达 2000 吨。当你在森林中漫步时，能在脚下发现丰富多样的各类生物，就如同在热带雨林中一样，不是每一物种都已经被发现并收录在册。我们唯一可以确定的是，直到今日，科学界还没有彻底研究出森林生态系统中树木和小小饕客的关联，更别提理清两者的关系了。

回收树木的排泄物并不是这些小不点（小型生物）唯一的生态服务。比如蚯蚓的种类约有 40 种，分别住在地底下不同的地层，有些种类的蚯蚓只会在表层土壤钻挖，有些种类的蚯蚓则能向下钻至超过 2 米深的地层。它们将打通的通道涂上黏液与排泄物，以便能迅速下滑至地底。

这些通道除了能形成地下通气系统供应树根所需的氧气，还能帮助雨水尽快渗入土壤，让珍贵的水分涵养土壤，而不会立刻流入下一条河中。最后一点，因为可以节省气力，不用穿越坚硬的土地，所以树根的分支也特别喜欢沿着蚯蚓开通的路径生长。

落叶在小帮手的努力下，将在 3 年内被全部回收处理为森林里土壤中的腐殖质，树根在此将再次找到最佳的生存环境，永保湿润并保有足够的矿物质养料。



生活中在土壤为数众多的生物能回收落叶，将残叶转变为微小的腐殖质。

不管在哪里，树木与土壤微生物之间的互利互惠都能有效运作，只要雨量充足，树木就能创造自身需要的土质。如果你在自家花园里种有树，你为地下的饕客（微小的土壤生

物们）将落叶集中在树干下，对它们会是一种非常友善（而且保湿）的表现。

大扫除

让我们再回到树枝的话题，因为树木的排泄作用不只有分解落叶。当树枝无法获得足够的光线，就会变成树上多余的部分，即使如此，它们还是得先留在树上，因为树枝不会产生离层细胞（跟多余的阔叶和针叶不一样，这些叶子会产生离层细胞）。前面的章节中曾讨论过真菌与树木间互相竞赛的现象，树木将用尽全力尽快将残枝掉落后的伤疤包覆。这里有一个重要的细节有待说明：枯萎的树枝首先必须掉落，不然即使树木再怎么努力，也不可能把还连着树枝的伤口包覆起来。假设树枝是 3 米长，那么树干半径必须增至 3 米，这样树枝才能长过树梢（以接收到阳光雨露的滋润）。树干半径增加到 3 米，则表明那是一棵直径为 6 米的树干，在我们

这里，根本不可能有这种巨树。假如真有这样的树，它也要经过好几百年才能长成这个样子。可想而知，在这种情况下，胜利者非真菌莫属。

所以，树木一定会想办法摆脱死去的枯枝，留在树干上的枯枝越短，包覆残枝的工作就越快。只是树木如何挪动已坏死的枯枝，将它从树干上剔除呢？它必须靠外力帮忙，无法靠自己。外力的帮手指的是从头到尾、一心一意想攻击树木的真菌，它们会腐蚀还在树干上的残枝。若整个环境条件接近理想的森林气候，环境越潮湿阴暗，真菌就越无往不利。

当整根残枝腐裂后，就等着秋风的到来；一旦强风猛攻，整棵树被吹弯，干枯的细弱枝条也会因此断裂，与树冠或树干分离。风，如一把巨大的扫把，把树上多余、装饰用的树枝都扫落。

至于直径为 5 厘米以下的小枝条，每年会依上述所说的过程被树木淘汰替换；但树木若想剔除比较粗的树枝，难度则比较高。而对会形成心材的树种来说，更是难如登天。因为这些树种常常形成直径超过 10 厘米的枝条，其中心部分像死去树干的心材一样，也会分泌防御物质抵抗真菌。只要树枝还活着，这个行为就是合情合理的，因为树木若是受伤，它就不会立刻被真菌侵蚀。但这样一来，也没办法轻易摆脱

枯死的树枝。所以常见橡树、松树、落叶松及其他会形成心材等树种的粗枝满挂树干，完全没有脱落的意思。



粗大的枝条会在特别多雾的环境下断落。

但枯死的树枝总有一天会腐朽到几乎无法留在树干上，这时让树枝落下的并不是清风。在无风的时候，在古老的原

生林里反而不时地砰砰作响，这其实是树枝落到地上时造成的，在森林里散步的人因此被吓得四处寻找触发木头炸弹的始作俑者，而森林中潮湿的空气就是引起树枝掉落的主因。在氤氲的雾气替森林增添神秘气息的同时，枯枝也在吸收大量的水分（译注：因为空气的湿度变高），变得越来越重；当重量增加到树干无法负荷的程度，就会折断落下。所以可以确定的是，漫步在森林里，不管是在多雾的天候还是温带气旋来临时，都是一样的危险。

写真：野生欧洲甜樱桃

野生欧洲甜樱桃（Vogelkirsche；*Prunus avium*）是欧洲甜樱桃的原生种。欧洲甜樱桃会遇到与野生苹果树类似的问题（参阅第十九章），因为跟人工培育的果树树种的花粉掺杂混和，使我们愈来愈难找到纯种野生的欧洲甜樱桃品种。除此之外，野生欧洲甜樱桃是个十足的乐天派：它喜爱温暖

且日照多的地方，会用快速生长感谢种下它们的花园主人。它不喜欢潮湿与偏酸的土壤，与其他地区比起来，中欧与南欧能让它感到最舒服自在，它会长得跟橡树及山毛榉差不多高。跟苹果树不同的地方在于，我们能够在茂密的森林里找到野生欧洲甜樱桃的踪迹。

它们的果实因常常还没成熟就被贪爱野樱桃的禽鸟一扫而光，所以被德文直译为“野禽樱桃木”。它在轻壮时期快速成长（最高能长到 25 米），所付出的代价就是寿命不长，最长能活 80 年，最后在被真菌侵蚀后结束生命。



Chapter 10: 生存与毁灭

树木一生的经历和人类相同





一旦树木开始为传宗接代而开花，
就表示它们的青少年期已终结。
基本上，树木会终生持续地往上生长，
只是在这段时间，全心全意往上抽高的现象会减缓，
因为有一部分生长能量必须投注到产生种子这件事情
上。

树木的一生和人类相同，同样会历经童年、青少年直到成年人的阶段，尔后再经历一段虚弱残疾的垂暮时光，最后步入死亡。你一定能够分辨出树木从青少年时期蜕变到成熟的过渡阶段：树木首次开花。然而，依种类的不同，不同品种的树木第一次开花的时点也不同。梨树、樱桃树以及其他的果树和柳树等早熟型的树种，大概在 10 岁左右就迫不及待地开花结果、传宗接代了。

至于晚熟型的树种，也就是典型的原生林树种，其幼苗能获得多少光线决定了成长期的长短，有时要到 40 岁或是 150 岁时才会第一次开花。无论如何，一旦树木开始为传宗接代而开花，就表示它们的青少年期已终结。基本上，树木会终生持续地往上生长，只是当青少年期结束后，它们全心全意往上抽高的现象会减缓，因为有一部分生长能量必须投注到产生种子这件事情上。

树木有其特殊的方法来传宗接代（在这里就是指树木开花），在此我们须更进一步了解树木的进化策略。

不同树种有明显的基因差异，彼此间遗传性状的差别很大。树木间性状的差异比来自不同大陆的人类还要大得多。造成这些巨大性状差异的理由很简单：因为树木可以活 400~500 年，甚至曾有些树木活了 1000 年，树木的高寿造

成它们两代之间存在非常大的时间差距。年轻的树木获得生长机会的前提是，必须等祖父母或父母退休（死亡）。这在原生林内就意味着幼苗必须等待许多年，直到老树腐朽倒下，光线终于可以直射至地表，原本在林下苦等的小树苗才可以重见天日，开始全力以赴地往上生长。

能够适应环境改变的性状在演化上是通过世代交替而产生的，因为此时基因会交换重组，进而产生有异于上一代的性状。所以父母和小孩之间的年龄差距越大，能够产生适应环境改变性状的机会也越小。以树木的平均寿命来说（译注：400~500 岁），人类在这段时间平均能够交替约 20~25 世代，所以人类适应环境改变的速度也比树木快 20~25 倍。

为了弥补上述问题，每一棵树木的差异都非常大，以至于同一树种之间基因的差异性大到如同大金刚猩猩与黑猩猩两个物种间的差异一般，造成山毛榉非山毛榉，冷杉非冷杉的情况。

由于树木每一次的世代交替进行得非常缓慢，基因的交换重组在繁殖时就特别重要。但是这在原生林里却是一个难题，因为原生林木下的光线非常昏暗，虽然这是树木有意为之，为了只让自家的后代子孙存活，所以从树冠透射下的光线越少越好。这种阴暗的环境驱赶了经常为争夺水源、养分

且又喜好光线的其他竞争对手，也就是杂草与灌木，使它们无法在林下生长。然而，没有杂草灌木，也就没有定期需要花粉、花蜜的昆虫可以帮忙授粉，况且树木不是每年定时开花，因此也不可能留住大量的昆虫在这广大的原生林内栖息。

为了设法让大量的基因交换重组，原生林的树木只有依靠风了。借风的助力，细如尘埃的花粉团被吹送至数千米外和与它们同样树种的雌花交配。为了在花期让其他树木的花朵获得花粉粒子，完成授粉，树木必须送出大量的花粉。到了繁花似锦的时期，原生林内每平方米面积的地区须充满超过 2 万个花粉颗粒，才能确保所有的雌花都被授粉受精。

长在森林边缘或大草原上的树木运气就比较好。林木间的花粉传递与受精交配，由如同好帮手的昆虫负责。不计其数的昆虫在开花的草本、药草植物间穿梭觅食，顺道沾黏着花粉替树冠上的花萼授粉。

树木的性别依树种会有所不同。许多果树的花朵都是雌雄同蕊，但森林中大多数靠风授粉的树种则是雄花、雌花分开，外形也不同，这类树种的典型代表有桦树、核桃树、橡树以及山毛榉等。杨树、柳树、赤杨及银杏（Ginkgo）等树种，甚至有公母之分，但它们的性别只有在开花时才分辨得出来。

树木传宗接代的过程非常艰辛。为了在秋天前结缔成熟的果实，花朵越早出现越好，有些花甚至在春天萌叶之前就会开放。除此之外，新芽嫩叶的生长也需要花费很大的精力，进而减低了用来抵御病害的免疫力。这些行为都是有风险的，因此大部分树木每四到五年才开一次花。但早熟型的树种如柳树或桦树是例外，它们几乎每年都开花结果，将种子传播到远处。人工种植的果树也像早熟型树种一样，频繁地开花结果——说真的，有谁愿意种下一棵百年才能有一次欢庆的果树呢？



人工培育选种的果树和桦树每年都会开花，许多其他的树种在天然的情况下，每四到五年才会开一次花。

似乎森林里的树木（橡树、山毛榉与松树）看起来也不愿意落后果树们太多，于是缩短了开花的间隔周期，每隔二到三年，我们在森林里就能见到橡果、山毛榉的槲果与球果。其实造成树木缩短开花周期的真正理由是压力。当树木感觉自己状况不太好时，会专注把能量用来繁殖下一代，尽管这也将让它失去更多的力气。树木采取这种类似自我毁灭反应的意义在于：树木害怕自己可能活不到明年，因此想赶紧完成最后一代的传宗接代，这样做至少它的基因会继续传递下去。所以树木要是今年突然花开得异常茂盛，通常都是在前一年受到压力的缘故，例如前一年的夏天特别干燥。目前空气污染与气候变迁给不少树种带来了压力，于是这些树木将开花的间隔周期缩短为二至三年。当你家花园的树木进入暂时的休眠状态，就算今年没有果实累累的苹果好收成，也请别担心叹息，就当这只是它们应得的假期！

Chapter 11: 计划与策略

细微的种子总有办法长大成树





喜欢落脚森林的树种，

其种子就得多带一点在寻找落地生根归宿的路途上所需要的粮食点心。因为当种子落脚在昏暗的大树树冠下，

等待发芽的时间经常很久，有时会久到连存粮都吃尽了，

也等不到破土而出的那天。

为了让种子顺利落土，树木会运用不同的策略。许多树木的种子会选择借用风媒，并为此形成不同的结构。如果种子想飞翔，那么它储存发芽粮食的空间就一定要尽可能轻巧。杨树是这方面的专家，它们将种子的重量减到最低，比一毫克还轻。杨树的种子看起来像刺猬，不过上面插的不是针，是绒毛，只要微风轻轻一吹就会随风飘扬；当遇到暴风时，种子更可肆意飞行 100 多千米远。

属于早熟型的杨树，栖息在新开拓的荒芜的新生地时，生存对它们来说轻而易举，完全不需要母树保护。然而，杨树种子如此轻便的构造有一个严重的缺点：因种子里毫无空间储藏油或脂肪等物质，以至种子必须尽快靠自己的力量落地生长。还好种子们有意落脚的地方，正好也多是没有任何其他的树种预先移民落脚的荒地；在没有竞争对手的环境下，让这些细微的小种子有办法长大成树。

如果是喜欢落脚森林的树种，其种子就得多带一点在寻找落地生根归宿的路途上所需要的粮食点心。因为当种子落脚在昏暗的大树树冠下，等待发芽的时间经常需要很久，有时会久到连存粮都吃尽了，也等不到破土而出的那天。通常森林里只要有一束光线从上透照在地上，就有其他的竞争树种的种子蓄势待发，伺机发芽。

所以种子储存的能量最好至少能撑过好几个月，直到能够入土长出一条能运作的主根与长出第一片叶子为止。但是带着存粮的种子重量都不轻，所以没办法靠着绒毛飞起来。为了解决这一难题，树木精心设计了绕固定轴旋转的翅膀（译注：或称旋翼），让种子如同搭乘了直升机一样，可以飞到几百米之外。大部分的针叶树或一些阔叶树，如挪威枫的果实就有这样的翅果装备。

当种子发芽需要的能量更多时，即使让果实装上翅膀也飞不动，比如橡果、山毛榉榲果、胡桃或榛果，它们实在太重了。不过树木还是有办法让果实向四处传播，因为西欧小松鸦（Eichelhäher）、欧亚红松鼠（Eichhörnchen）或其他动物，正需要这些营养丰富又最适于冬藏的果实。为了保险起见，这些动物会储存几百个甚至几千个果实（每一只就可以储存这么多果实），有些果实在下雪时又能被找回，并慢慢地被动物们吃掉。一般的现象是哺乳类动物只会在它们活动范围方圆几米内埋藏果实，禽鸟类则有办法把果实带到几千米之外。

研究已证实，松鼠会忘记部分冬藏粮食的藏匿地点。我几次从书房的窗外观察到某只双耳状如毛笔的松鼠，绝望慌张地四处奔跑，在雪地里寻找挖掘它之前藏下的种子粮食却一无所获。对这只松鼠来说，它只能面对饿死的风险，可是

对于这些埋藏在适当深度土壤里，正在养精蓄锐静养的种子来说，却是长成大树的良机。



松鼠会一再忘记部分冬粮藏匿处。

科学家也已研究证实，西欧小松鸦能记得超过 1 万个藏匿冬粮的地方。当然，它们没有办法将所有的冬藏食物全数吃完，因为它们知道若吃得过多造成体重超重，会导致无法飞行。同时，一部分果实是为了来年春天喂养新生雏鸟，被妈妈藏起来的果实。况且身为鸟类，也没办法确定这一胎到底会生几只，所以能存多少就存多少，小心驶得万年船。这个情况跟上述松鼠的例子相同，没被消耗食用的冬粮替树木

种子来年发芽留下了好机会。

树木依靠动物的帮忙传播种子，动物则间接把自己食物来源的树种的分布范围进一步扩大，这样一来，也使得动物的下一代食物供给变得更多、更稳定。

野猪是树木传播种子计划中的麻烦制造者。每到秋天，这个有着长鼻子的动物就会在树下努力地翻找食物，希望能大吃一顿，养一圈肥肉好过冬。在过去的年代，野猪常能获得丰足的橡果与山毛榉榲果。几百年前，家庭畜养的猪就是靠树木秋日的果实被养得肥肥的。直到今日，专业领域的人士都还讲述着当时的丰年，指的就是过去森林中的橡树及山毛榉结实累累的丰收景象。

野猪对森林的助益多于破坏的说法已耳熟能详：由于它们在森林的土地上寻找、翻挖果实，同时顺便埋入一些种子，所以几千棵树木幼苗被留在地底下。可惜这是完全错误的想法。事实上，野猪的嗅觉特别灵敏，因此它们几乎能在森林里找到所有的橡果与山毛榉榲果并吃光。又由于近年来野猪的数量大增，一到秋天，森林内树木的果实必被猪群们掠食，吃得一干二净，让母树们期待明年春天后代幼苗能出现的美梦破碎。

另一种说法是，野猪大量繁殖是由于气候变迁造成的，

或者说得再确切一点，与暖冬有关。跟以往相较，橡树与山毛榉因为受到环境压力的刺激经常开花结果，这也是造成野猪数量大增的重要因素之一。其实散播这个错误讯息的是猎人，他们想要以这种方式转移人们的注意力，而不去关注真正的始作俑者。

每只在狩猎配额内准许射杀的野猪，是由猎人每年用货车装运 130 公斤的玉米倒在森林里养大的。由于有过多的食物来源，也难怪野猪族群数目会爆炸性地增长。在天然的森林里，这样的人工喂食会造成有较大果实的阔叶树在许多地区几乎都无法自然繁殖。

动物喜爱食用可口果肉的特性，对树木则产生了截然不同的影响。许多树种故意将果实包裹在迷人的果皮里，以吸引饕客前来食用。这里有两种完全不同的树木播种策略，一个是已经超过百年考验的传统方法，即经由动物的排泄物传播。花楸树是代表性的例子，秋天时，它们的树梢总是挂满红色的果实，显眼的红色吸引并邀请鸟类来享用大餐。几小时后，花楸树的种子经过鸟类肠子随粪便一起排出，不经意就掉落在离母树几千米远的植被上。

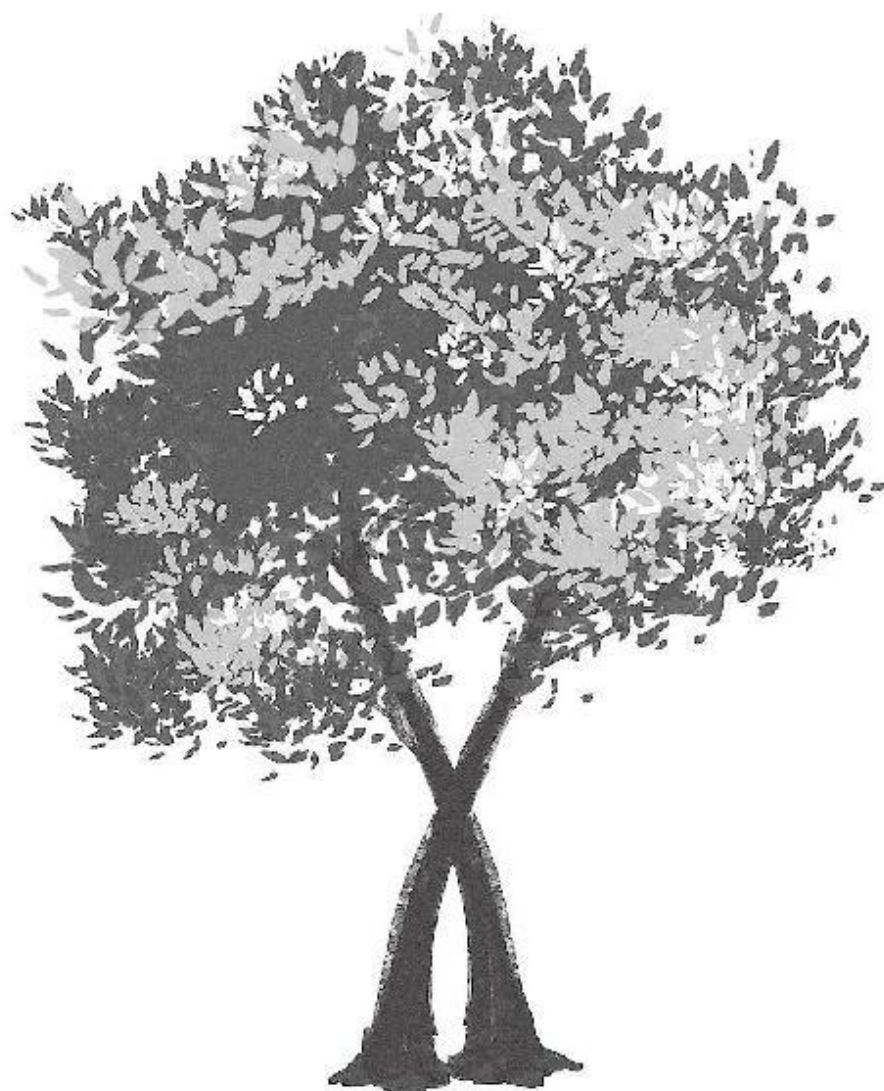
另外一个传播策略是新式自然播种法，经人工长期种植的果树就是最佳的例子。有些果树因人工种植而结果颇丰，

人们自然倾向优先选择把这些果树种在自家花园里或是大型果园里。当然我们也可以从另一个角度来看：果树在演化的过程中适应人类的行为，所以它们能够比野生的原生种更受欢迎。这些果树教我们怎么帮助它，当其他树种出现时，利用我们捍卫它的领土，这就是人择后的果树可以遍布全球的主要原因。



Chapter 12: 大自然的摩尔斯密码

树木之间是靠什么来传递信息的





树木受到小蠹虫的侵害时会感到疼痛，

这时树木的树皮会分泌所谓的防御物质以摆脱外敌。

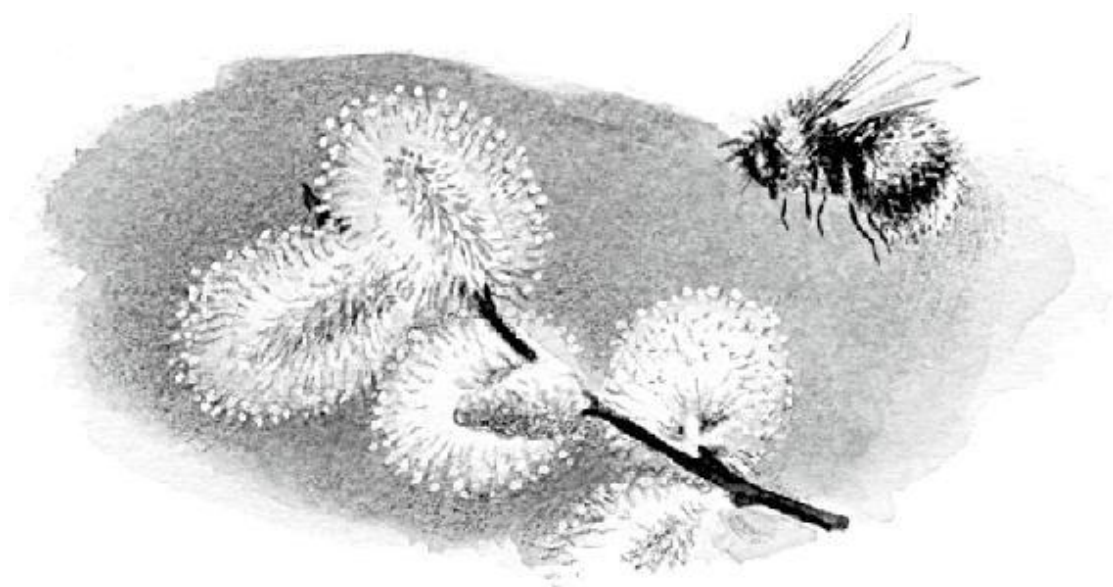
在这种情况下，

它也会立刻用气味通知并警告附近的其他同伴。

我在本书的前言中提到过，树木之间能相互沟通联络，随着这个主题对人类越来越重要，因此在这个章节里将再次归纳说明。

你一定已经亲身感受过树木放出气味信号与其他树木通讯联络的过程。香气是树木间最著名的通信媒介，香气的用处主要是呼唤昆虫们：“过来吧，这儿有可口香甜的花蜜！”比如果树、椴树、刺槐（Robinien），以及其他的树种，都需要靠虫媒带着花粉完成授粉交配。

其他家喻户晓的沟通信号大多与树木防御虫害有关。树木受到小蠹虫的侵害时会感到疼痛，然后树皮会分泌所谓的防御物质以摆脱外敌。在这种情况下，树木不只想到自己，它也会立刻用气味通知并警告附近的其他同伴。同伴一旦收到信号，同样地也会开始释放并囤积化学防御物质，以备当小蠹虫展开进攻时，这些预先储存抵御虫害的物质可以马上派上用场。



树木用花香引诱昆虫采蜜。

当然，只有在下风处站立的树友同伴能收到气味警告信号。这个化学信息就像雾气一样扩散在空气中，而且当微风吹过便会随风消散。不过对于处在逆风处的同伴，树木间还是有办法依靠地下根系的联系完成信息传播。树木透过和同伴根系联结生长信息，便能在不受干扰下顺利传达。

还不只如此，研究已证实，山毛榉有着互相交织纠结的根系，就如同经几十亿细胞互相连接而形成的有机体生物人类一样。科学家因此称这种联结为森林里的超级生物体（Superorganismus），所有的山毛榉都以一个整体来运作。

目前已被破解的树木通信信号多与抵御树木的侵略者有关。理由很简单，树木在被攻击的情况下所发生的原因与后果能清楚地被研究人员确认和测量。研究人员能在实验室里复制模拟昆虫攻击树木的情形。但可惜的是，除了这些模拟个案外，其他的状况就很难进行研究。

我们真心期盼未来的研究能发展出更多样的实验方法，以解读树木们的日常用语。

Chapter 13: 生命的奥秘

树木的含水量会随着树木年龄而不同



我们冬天在森林里散步时，
就可以观察到木材其实还是含有非常大量的水分。
在会结霜的日子看看刚刚被砍下的树木，
从露出来的年轮上，
用肉眼就能看出边材、心材的壁垒分明。

在德国，不管是针叶树还是阔叶树，最晚都在每年的十一月就必须暂停生命运行活动，所有的树木会落叶，当然指的是具有落叶能力的树木，接着准备进入冬眠。树干里主要通道将停止输送水分，叶子也停止光合作用，等到下个春天来临才开始重新生长。

这时树木为预防冻伤，会将木材及树皮中的含水量尽可能降低。至于树干最里层的心材含水量已无法改变，因为这部分已经停止运作，这也是为什么心材部分的湿度会全年维持在相当低的程度，而在生长期的树木，主要负责水分运输

的边材含水量却是平常的 4 倍以上。树木总含水量会随着树木年龄的增长而有所不同，因为随着树龄增加，心材的比例也会相对增加（译注：当心材比例增加，树木总体含水量便会跟着变动）。

成年的树木平均在生长期含有 500~1000 升的水分。到了秋天，含水量会自动减半，只是在冬季时，边材的含水量绝不会像心材那么低。

冬天我们在森林里散步时，就可以观察到木材其实还是含有非常大量的水分。在结霜的日子，你可以看看刚被砍下的树木，从其露出来的年轮上，用肉眼就能看出边材和心材界线分明，因为边材很明显地看起来像是一圈冰环，实际上是结冰的水分将其和心材隔开。

从这一点我们就可以得知木材要承受很大的张力，因为虽然树干里的含水量已经比平常降低了很多，却依旧有 250~500 升的水分会结冰，使体积大增（译注：水分子有特别的性质，温度降低时会结晶成冰块。水结冰后体积会增加是因为水分子整齐地排列增加了分子间的空间）。所以不用怀疑，在极端酷寒的夜晚发出树干裂开的巨大声响，原因通常都是老树干被寒霜冻裂了，这部位的树干因为在被包覆伤口时，纤维纹路生长不均匀，有些组织承受不了因受冻而增

加的张力便裂开了，就跟人类疤痕产生的原理一样。

到了早春时期，树皮特别敏感，潮湿的边材加上含水量大增的树皮韧皮层跟夹在两者间的形成层贴得不是那么紧，因此春天的树皮特别容易受伤。幸运的话，树皮伤口深度小于 5 厘米，树木在当年度就有办法愈合伤口。

冬天一到，树木会进入冬眠，则毫无防御能力。假如这时树木受伤，伤口只能等到明年开春才被修复。此时因树木里的含水量降低，细胞组织的体积缩小，树皮会比较硬，又可以更紧密地贴在树干上，因此树木在这个季节不太会受到大面积的伤害。至于是什么主要原因导致树木降低树干内的含水量，是为了防止冻伤还是为了保护树皮呢？这需等待未来进一步的研究发现！

Chapter 14: 权力的游戏

树木之间上演的争斗戏码





山毛榉的根系会钻入其他树木根部的任何小裂缝中，
这些被入侵的树根会渐渐地被截断水分和养分，
造成这些树木的树叶与小枝条长得更加稀疏寥落。

在我管辖的林区里，有一片 140 年历史的橡树林，现在
这片林区里的橡树种苗都已长成了大树。当地政府把橡树林

地规划成自然保育区，森林里的林木将不再被砍伐利用。在没有人为的干扰下，我观察到这里上演着一出橡树林的地盘正被山毛榉掠夺的戏码。

橡树属于阳性树种（译注：阳性树种生长在向阳处，结果良好，耐阴性低，在树荫下日照条件恶劣之处则不能生育），总是大方地让阳光透过树枝间隙照射而下，使树下年幼的山毛榉能在足够的日光照射下，缓缓地、循序渐进地，一米一米地往上抽长。几年后，山毛榉的幼苗们渐进地茁壮成长，不知不觉中超过了橡树树冠，遮蔽了橡叶的光源。

山毛榉是耐阴树种（译注：指在光照条件好的地方生长好，但也能耐受适当的荫蔽，或者在生育期间需要较轻度遮阴的植物。对光的需要介于阳性和阴性树种之间），而且穿透它的树叶到达地面的阳光只是树梢获取光照的 3%，这个数值真的会让橡树饿死，因为它的叶子工厂靠这么一点阳光不能运作，一棵棵橡树会慢慢饿死，也因此清出空间让入侵者长驱直入。

研究人员曾观察德国中部哈兹国家公园（Nationalpark Harz）的山毛榉林，它们也会在根部进行占领地盘的权力斗争。山毛榉的根系会钻入其他树木根部的任何小裂缝中，即使小小的洞穴也不放过。被入侵的树根会渐渐地被截断水分

和养分，造成地上部分的衰弱，所以这些树木的树叶与小枝条长得更加稀疏，而给山毛榉枝条向四方延伸生长提供了大好时机。这种类似争夺地盘的现象在中欧大部分林区相当常见，在自然的状态下，中欧地区应该是山毛榉林的天下。

不过，你若因山毛榉的横行霸道而对其他树种产生怜悯，则是多此一举，其他树种在其他环境条件下也会像山毛榉一样，只不过在中欧地区，它们比较弱势罢了。同样的道理，山毛榉若遇到干枯多石的劣地，同样也会被其他树种步步逼迫，赶尽杀绝。

当树木靠自身的生长无法击败对手时，就会通过根系释放大量的化学对抗物质，阻挠其竞争树种的生长，欧洲赤松（Waldkiefer）就是这种好斗、具攻击性的树木。而核桃树更具侵略性，更加无法容忍别的树种。它们不仅从根系阻挠其他树种的生长，其落叶与核桃壳还会释放出有毒的物质来隔离、驱逐其他的树木，造成它的树下寸草不生。你若想在自家花园里种一棵核桃树，最好为它另辟一个独立的园区。

Chapter 15: 友情的尺度

树木的动物室友是天使还是恶魔





有时鸟儿不仅仅只在树木上啄造一间屋子，而是好多间。

有些屋子是用来就寝过夜，有些是用来孵育后代，

而有些只是鸟儿用来体验一下住在外地的滋味。

树木有自己特殊的生态系统，这个系统能给很多动物提供不同的生态位（译注：生态位是指一个物种所处的环境及

其本身生活习性的总称。每个物种都有自己独特的生态位，借以跟其他物种做出区别。生态位包括该物种觅食的地点、食物的种类和大小，还有其每日的和季节性的生物节律)。其中一种特别的生态位是在树杈间比较容易积水潮湿的地方。下雨时，树木的树干分叉处通常会形成一小摊积水，正好是蚊子产卵的好地点（没有比这里更好的地方）。会孵化成蚊子的孑孓（Larven）在积水区居住着，直到羽化成蚊。虽然躲在高高树杈间的幼虫受到的威胁较小，但在生态的演进过程中，有几种甲虫会专门猎杀住在树干分叉处的小孑孓。

另一个例子是对树木没有伤害的蛞蝓（Baumschneigel，俗称鼻涕虫），蛞蝓会逍遥自在地在树皮的绿藻区慢爬，然后游移到树冠的最高处。带着美丽外壳、属于大蜗牛科的树蜗牛（Baumschnecke）也会在树枝间闲逛，攻占一片小嫩叶用以安身。欧歌鸫鸟（Singdrosseln）是树蜗牛的天敌，它们把猎抓的树蜗牛全部丢向同一块石头，将树蜗牛外壳打碎后再食用。无以计数的蜗牛壳堆集在石头旁，被专家称作鸫鸟的锻工厂（译注：鸫鸟类及其他啼鸟类无法用鸟嘴打碎蜗牛壳，为了吞下整只蜗牛，会将猎获的有壳蜗牛丢向一块适当的石头，打碎蜗壳以食用壳内可食的部分。由于它们都是将壳送到同一块石头上，就像打铁锻锤蜗牛壳一样，石头边慢慢地集满一堆破碎的空壳，让人很容易辨识出是鸫鸟的杰

作)，我们在林中散步时若多加注意，就会看到这些鸟禽强盗们曾经出没过的痕迹。

许多树木室友是冲着树干里的养分而来，葡萄糖与淀粉等养分在树皮韧皮层不分昼夜地从叶子往下输送至根部。有什么比直接抽取这个养分更方便的呢？蚜虫是在半途偷取树汁的专家，不同种蚜虫会将口针钻入叶内，偷吸刚完成光合作用所产出的新鲜叶汁。叶汁里的营养含量非常充足，多到蚜虫无法全部消化利用，所以蚜虫排出的尿液都残留着糖分，蜜蜂便会把蚜虫的排泄物带回蜂巢酿造，产出珍贵的森林树蜜。

为了让口针容易插入，蚜虫会在新叶刚萌芽、还很幼嫩时吸取叶汁，这会导致被蚜虫感染的叶子生长畸形卷曲，因为当新叶一边摊平叶苞，一边修复被蚜虫吸取汁液的部分，叶面的表面张力会不均匀。若蚜虫感染情况严重，有些树苗的生长甚至会因此受阻。

更强壮的种类如吹绵蚧壳虫(Wollschildlaus)，能钻入坚硬的树皮，直接悬挂在树干上吸收养分。它们身上白色的蜡质细毛看起来非常显眼，好似树皮的裂纹里长出了白色的霉菌。

其实直接钻入树皮的蚧壳虫的破坏力比刺入树叶的蚜

虫更危险凶猛，到了明年开春，因为秋天落叶，蚜虫和树木间的战争便重新洗牌，但树皮被刺穿的结果是要面对真菌感染的风险。树木为对付这些破坏树皮的捣蛋鬼，会在被侵害染病的部位长出更粗糙的树皮抵抗。若树皮上的蚧壳虫久留不去，就会在树皮上形成湿答答的伤痕，最后树木终将病倒（参见第二十章）。

可怕的恶魔

基本上，只要保持健康，树木都能够抵挡寄生虫的病害，但是树木若因疾病、空气污染或干旱，导致免疫力减弱，就很容易染上寄生虫。林木遭受大群小蠹虫的感染就是最好的例子，我们从云杉最能看出小蠹虫感染的影响。

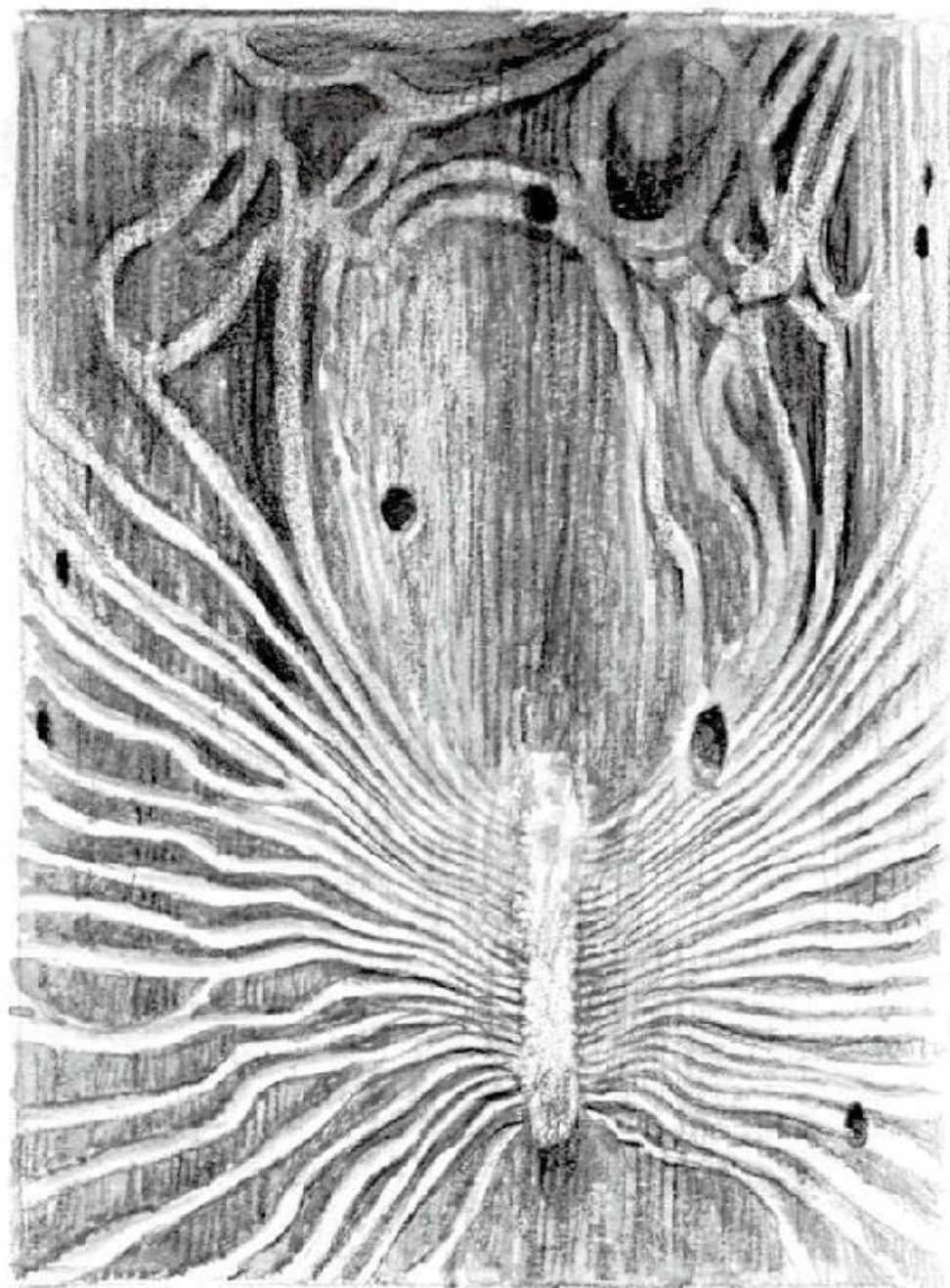
每种树木都有自己的寄生客户，如云杉八齿小蠹（Buchdrucker）与中穴星坑小蠹（Kupferstecher）专爱拜访云杉。它们的名字源于蠹虫在树皮里形成的蠹纹图腾。当蠹虫从蛹

蜕变成虫，会利用嗅觉寻找已生病的云杉，开启建立蠹虫新家园的旅程。

有时蠹虫虽没有相当厉害的嗅觉来判断树木是否已感染生病，但至少能闻到流着树脂芬芳的树干，因为受伤的树木没办法分泌树脂抵抗外来的入侵。然而对那些只知往前冲飞的小蠹虫飞行员而言，它要冒的风险仍然很高：假若蠹虫们认为找到适合的树木落脚，即刻钻凿穿入树皮，却万万没想到云杉竟还没有虚弱到无法抵抗，反而立刻用树脂滴入蠹虫钻好的小洞，小蠹虫便会被树脂紧紧黏住直到丧命。

反过来，如果蠹虫小机长猜对了，降落在已经毫无气力抵抗外患的云杉上，小蠹虫便安心且不被阻挠地钻凿树皮。它不贪心也不愿占为己有，会随即喷出代表胜利叫喊的云烟状蠹虫香气，呼朋引伴，请大伙儿都来此安全地点驻站居留。几百只闻气飞来的小蠹虫降落在这棵病弱的云杉上，大举钻入树皮吸取营养，造筑所谓的蠹虫交配室（Rammelkammer）〔译注：指的是各种树皮甲虫的交配、产卵与孵化区。房室由公虫负责建造，开出多条廊道，走道的底处设有一个空间。每个廊间的用途除与母虫交配，还用于产卵及孵化幼虫。每条室道称为母廊道（Muttergang），最长有 30 厘米，供一只母虫产下约 20~80 个卵。整个交配室在树皮里形成特定的图腾，容易辨识〕，让小蠹虫成虫于此交配并孵育后代。幼虫

们靠饱食韧皮层里新鲜可口的养料结成蛹茧，再经 6 个星期后羽化成虫，孕育出下一代幼虫。最后，被小蠹虫侵入的树皮部会被啃食殆尽，可怜的云杉只有死路一条。



云杉八齿小蠹虫专门侵害病弱的云杉。

让人闻之变色的小蠹虫大量繁殖的情形只会发生在整片森林都不健康的地区，在我们这个纬度的云杉林一直处在 unhealthy 的情况：这些云杉是来自冬长夏短的西伯利亚针叶林带的原生种，那里的植物生长期又冷又湿。而在我们这里，夏天相对的又干又热，云杉体内的水分调节不当、常闹干旱，自然很容易受到云杉八齿小蠹虫的感染。

每一种树种都有属于自家的树皮小蠹虫，它们共同的特性都是能感染病弱但还活着的树木（或是刚被砍伐的新鲜树干），但没办法感染死去的树木。从这一点就可以说明，啃食枯木的昆虫对活着的树木完全不会造成任何威胁，因为居住在枯木里的昆虫跟感染生病树木的昆虫品种完全不同。

黑条木小蠹（Nutzholzbohrer）却是小蠹科中的例外，它们喜好在病入膏肓树木的多汁潮湿的边材区产卵，并在此区域培养真菌，之后让幼虫靠着这些真菌为生。几周后，幼虫就会羽变为成虫，飞进树林。

还有许多甲虫，像天牛（Bockkäfer）与吉丁虫科（Prachtkäfer）是居住在腐朽木里，腐朽木是指一小段渐渐坏死的树干木头，这也是为何这些甲虫的羽化期只有短短几周的光阴。

相反地，住在腐朽木叶堆里的欧洲深山锹形虫（Hirschkäfer）和隐士甲虫（Eremiten），好像拥有全世界的所有时间可以慢慢啃食木头；但若是选择住在生病但还活着的树木里，环境条件却会瞬息万变：湿度会突然降低，真菌入侵，更坏的情况是，树木干燥后树皮会裂开。这样一来，年幼的天牛就必须离开长大的地方另寻他树。

树木国民住宅

同样是在树干打洞，啄木鸟敲打的尺寸大小与小蠹虫截然不同。普遍都认为啄木鸟专找生病的树木造屋，其实不尽然。只有稍受病害、较粗壮、刚坏死的树干，才是啄木鸟比较容易下手的地点。一些健康的树木也会被披着多彩羽毛的鸟儿盯上，这一点儿也不稀奇，有时鸟儿不仅仅只啄造一间屋子，而是好多间。有些屋子是用来就寝过夜，有些是用来孵育后代，而有些只是鸟儿用来体验一下住在外地的滋味。

这些啄木鸟房客给树木带来了很多问题。空气可以从啄木鸟敲开的开口进入到树木脆弱的内部。这样一来，心材对任何一种真菌的侵犯丝毫没有抵抗的能力。所以一旦啄木鸟开始入侵造屋，树干就开始腐朽，真菌迅速蔓延，树干腐朽的情况会越来越糟，经过几年后，整个树干变成一个空心的大洞，连啄木鸟也觉得没办法再住下去而决定搬家。

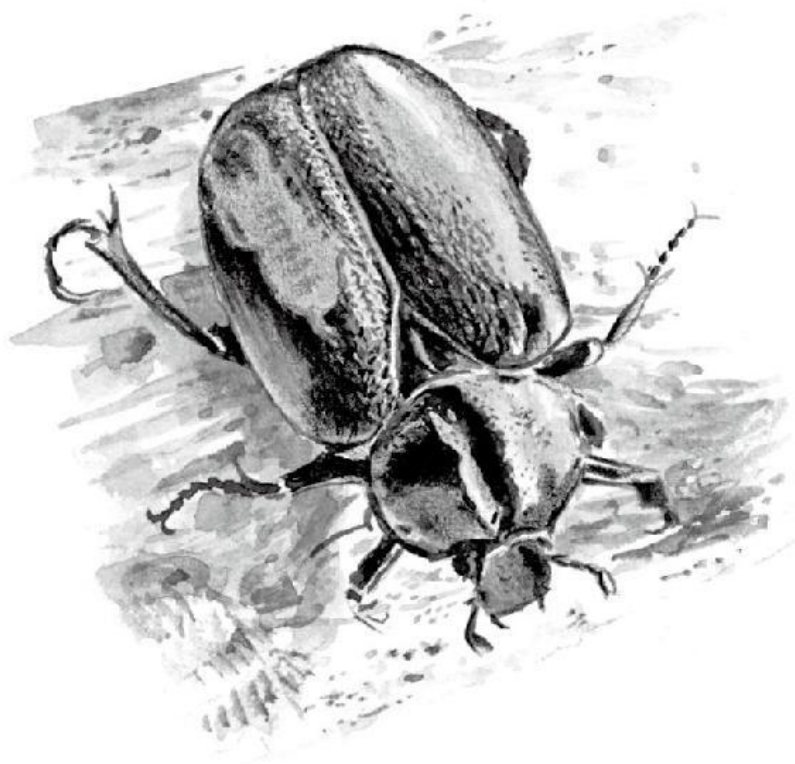
继啄木鸟之后的树木房客大多喜欢住在粗大树干中，但是却没办法自己在树干里打一个大洞的蝙蝠（Fledermäuse）、猫头鹰（Eule）以及欧鸽（Hohltauben）等。树木中心虽空洞如火炉的烟囱管，但还能坚强伫立，最外层仍活力充沛的新生年轮依然有足够的支撑力使树干不被强风吹倒。

若是你家花园有一棵空心的树木，不需要砍倒它，最好保留这种不会对任何人造成伤害的树木，因为在空洞的树干中会自成特殊的生态系统，长出稀有真菌并成为各种昆虫的住所，就如隐士甲虫最爱居留在阔叶树已经腐烂的树干里。隐士甲虫身長大约 1~4 厘米，身体呈深咖啡色，外形就像是放大了很多倍的粪金龟（Mistkäfer）（编注：俗称屎壳郎）。

隐士甲虫对居所向来忠实，换句话说，它们其实是懒得迁移他处，通常一次就选定可留一辈子的树洞居所，永不搬迁。不仅如此，它们的后代也不愿搬离，在同一个树洞里一

代又一代地传延。有时候，一个树洞里会住着超过百年传延的隐士甲虫家族。

因为隐士甲虫很不太爱出远门，就算飞出门也只有几百米远，所以人类清除腐朽老树的行为对于它们来说是一个大灾难。依照现今德国针对交通意外安全考量的种植法规，若因树木倾倒造成的损坏，树木的主人要负连带法律责任，因此多数适合隐士甲虫居留的树种都被砍伐殆尽。即使有一些适合落居的树木，也离隐士甲虫出没处有好几千米远，这对懒于飞行的隐士甲虫来说是根本到不了的地方。这也说明了为何迟缓拖拉的隐士甲虫会被归为濒临绝种的昆虫。



隐士甲虫嗜居于树洞里。

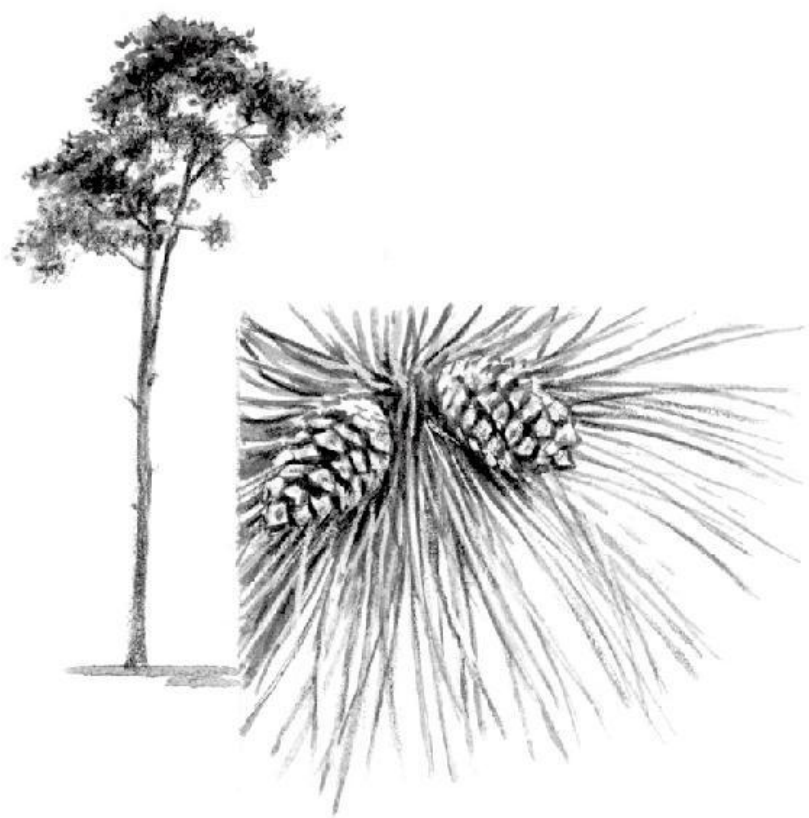
写真：松树

在德国，最常见的松树——欧洲赤松（Waldkiefer, *Pinus sylvestris*）——和云杉来自同一个地方：具有湿冷气候的西伯利亚北方针叶林。它们来到我们这里却能够大量繁衍的原因与德国北部及东部大量栽种欧洲赤松人工林有关联（根据德国联邦森林盘点的数据，欧洲赤松是仅次于云杉最常见的木种之一）。

跟云杉一样，欧洲赤松也非常不适应中欧的气候，秋冬的温带气旋和相对干燥的夏天常常摧毁整个林区。不过欧洲赤松却适合种在我们的花园里；比起生长在狭窄人工种植区，它在花园里有更宽阔的生长空间，能自由自在地往上抽长到 50 米高，而且最多可存活 500 年，是能够传承人类好几世代的树种。

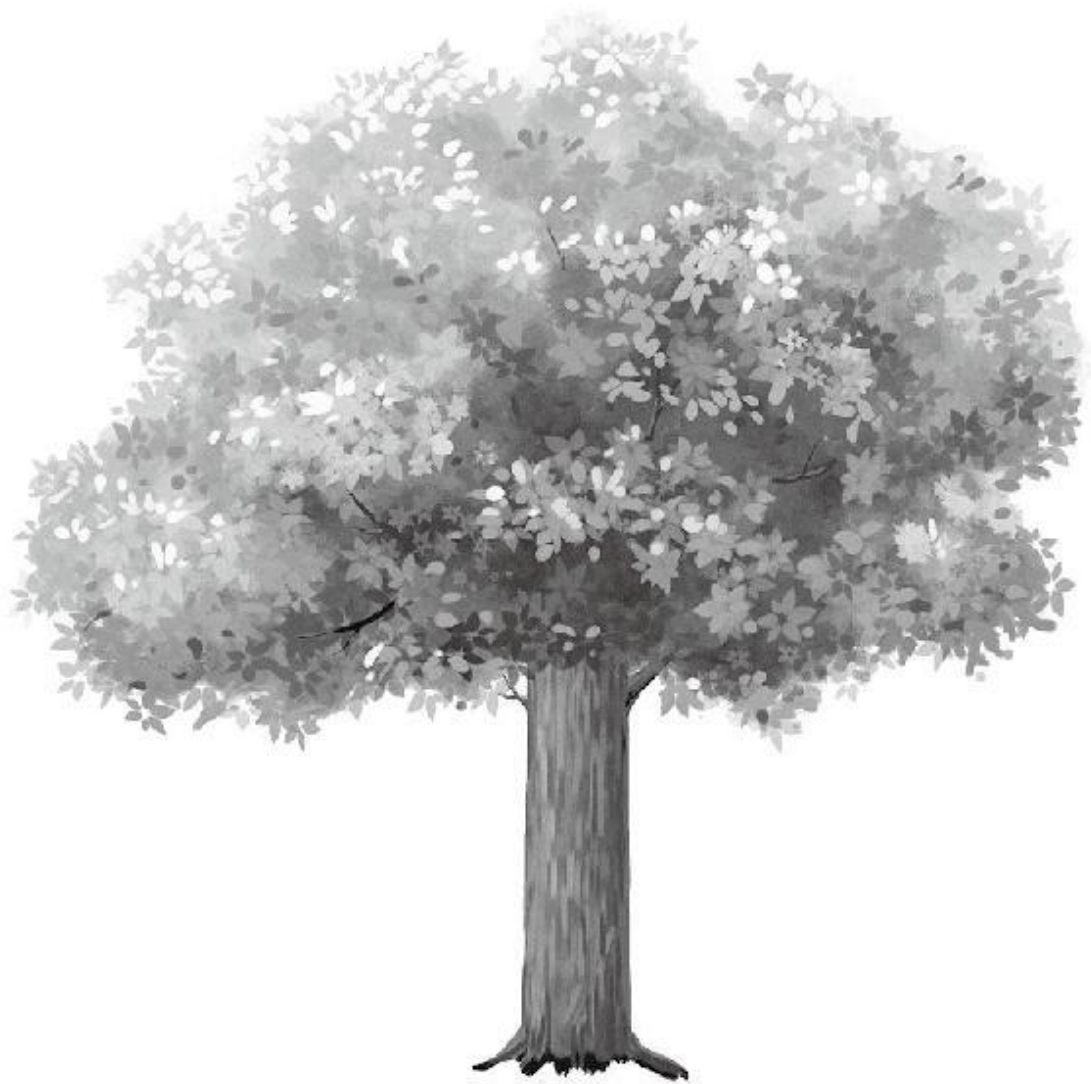
欧洲赤松的根系稳定，在地下的生长面积是树冠的两倍，

使风暴完全没有机会将种在花园里的欧洲赤松击倒，在最严重的状况下也只是树冠折断，但树干仍旧维持直立。与云杉及落叶松一样，赤松唯一的缺点是会源源不断地生产松脂。千万别把花园座椅放在赤松下面，椅面上很快会被沾满松脂，一点儿都不会吸引人们入座。但是，当欧洲赤松在炎夏放出大量黏稠的树脂，其芳香的气味不禁让人唤起那趟令人难忘又迷人的南欧之旅，不禁回忆起意大利石松的倩影（别名意大利伞松，Pinien），这也使得欧洲赤松成为许多花园园主心仪栽种的树种。



Chapter 16: 同类的威胁

为什么有些树木可以如此长寿又巨大





藤本植物到底会不会对树木本身造成伤害，

答案是会！因为爬到树冠高度的藤本植物张开

其高效能叶子的同时，也抢走了树木宿主的光照能源。

为什么树木可以如此长寿又巨大呢？我们只能用超级巨无霸来形容它们。但其实树木也有许多缺点。在前文中已

经提过，树木的代际间隔很长，它们靠基因交换重组来适应环境变化的过程非常缓慢。

在陆地生态系统中，光线是最重要的竞争要素，只要有光，生物就拥有权力与地位。因光源由上而下照射，所以如果每棵植物长得高人一等，就好像拿到了一手好牌，赢面极大。为了得到光照，树木之间会上演一场场拼尽全力攻占树冠最上层的竞赛，这也难怪树木这种植物只会越长越高。北美洲的花旗松是目前树种中最高纪录的保持者：有 130 米，就连高壮的巨型红杉都落在其后。

许多原生的树种最高虽只长到了 50 米，但也是花费了一番工夫的。毕竟，要从平地盖起一座植物界的摩天大楼，必须用掉大量的能量，除此之外还需要时间，有时甚至要好几个世纪。尽管如此，能够挤入树木中金字塔顶层的机会也非常渺茫：每个树木的种子一生都有机会长成一棵大树，但成功的概率只有几百万分之一。万一某颗种子中了乐透长成了大树，那么它在长成大树后会想尽办法保持优势与地位，并辛勤地繁殖后代。

至于其他不像树木一样可以长这么高的植物，例如灌木和草本植物的情况又如何呢？它们必须想出别的生存策略，才不会永远处于巨木下的昏暗环境中，居于劣势。

于是，很多藤本类植物把树木当作攀爬的工具，例如常春藤（Efeu）与铁线莲（Waldrebe），它们用藤茎轻松地攀附树干，往上蔓延到树冠顶层吸收光能。为了靠叶子吸收充分的阳光，一棵常春藤植物会生成不同的叶子形态，当它们处在大树的晦暗阴影下，并正在往上蔓延的阶段，常春藤叶子会有典型的三裂。等到藤蔓绕至树冠高处，叶子会转变成转化阳光效能超高的太阳能面板，整个叶子的颜色会变得比较浅，呈现全缘不会有典型三裂的情形。

所以，到底藤本类植物会不会对树木造成伤害呢？答案是会！因为爬到树冠高度的藤本类植物张开其高效能叶子的同时，也抢走了树木宿主的光照能源，这样一来，宿主就会更虚弱，常春藤也就更大胆地继续攻占树木的树冠区。



常春藤与铁线莲利用树木作为攀爬的工具。

你家花园的树上正有一棵藤本类植物往上爬吗？基本上只要藤本类植物还在树冠下方，像树木的房客一样时，通常对树木没有任何威胁。但是当藤本类植物持续不停地往上生长时，你若想保持树木的健康，最好是切断在树干下方的藤茎。如果藤茎粗壮有力，更应该立刻切断，因为粗大的藤茎会掐住正往外圈生长增粗的树干及内部养料输送管道，危及树根与树冠的养分供给。

槲寄生（Mistle）是另一种完全不同形态的树木房客。对恋人来说，槲寄生等于美丽的传说——在它树枝下交换一个浪漫的吻就可以终身厮守——对树木来说，槲寄生就没有这么美好并受欢迎。如果常春藤或铁线莲等对树木来说像是粗暴的强风大雨，那槲寄生对树木来说则是十足的强盗。槲寄生长在树冠处是靠鸟类的帮忙，鸟类吃下它白色的果实后，果实会随着鸟类的排泄物或者随着鸟类的啄食而落在树枝上。在这里长出的槲寄生靠着吸盘牢牢地附着在树皮上等待着，因为它没办法生根长入树枝里（其实它也不需要这么做）。当树木渐渐变粗时，新的年轮也环绕着树枝生长，这时槲寄生的吸盘就是树枝上的障碍物，随着时间过去，树木会把槲寄生的吸盘包覆起来并长出新的木质部。从此刻开始，槲寄生就加入了吸收木质部不间断传送的水分和无机营养

(Nährsalzen) 的行列〔译注：高等绿色植物为了维持生长和代谢的需要所吸收或利用的无机营养元素（通常不包括 C、H、O）〕。

树上只有一棵槲寄生好像对树木不会造成什么影响，然而事实却不是如此：树木与槲寄生彼此互不相让，会造成树木上层水分供给的减少。不仅如此，这个小小的寄生植物还抢夺了光源，使树木更加衰弱。

槲寄生算是半寄生植物，它们是靠自身的叶子进行光合作用制造养分，只有水分的供应必须依靠树木。若遭受槲寄生植物严重的侵害，树木有可能因过度损伤而丧命。另外，在树木上因为木质部增长包覆槲寄生吸盘的部位，年轮无法均匀生长，也容易造成树枝断裂。

槲寄生喜欢生长在气候温暖的区域，尤其是河谷区（译注：因为德国河谷区地形下陷，在此生长的大树受到地形保护，防风保暖，对寄生在树冠上的槲寄生来说，这个地点光线充足又受到保护，再好不过了）。目前因气候变迁渐趋暖化的影响，更加助长了槲寄生的分布扩散。

当你切除槲寄生的寄生株时，就间接地为真菌打开了进入木质部的入口，因此比较睿智的做法是收割槲寄生，我们可以把生长在较细树枝上的槲寄生连同树枝一起锯断。这样

一来，树木便可以摆脱这个寄生虫，也有时间能够从容地修复伤口。

写真：欧洲山毛榉

欧洲山毛榉(*Fagus silvatica*)是中欧典型的森林树种，有着银灰色光滑的树皮，寿限很长，能活到 200 岁，相较其他树种，欧洲山毛榉确实很容易辨识。欧洲山毛榉的落叶层堆（Laubstreu）易于土壤微生物（Bodenorganismen）的分解消化，所以这些在最高可以长到 50 米的欧洲山毛榉脚下的小不点就像有魔法一样，让树木永远有肥沃的腐殖质可以使用。原本是贫瘠荒芜的土地，在欧洲山毛榉落地生根后，也会渐渐地变得肥沃，让其他树种也可以在此处发育成长，因此欧洲山毛榉享有“森林之母”的美誉。

欧洲山毛榉林在大概演替 500 年后，会达到林相平衡稳定的状态，从此刻起，森林里几乎不会有任意的改变。除了

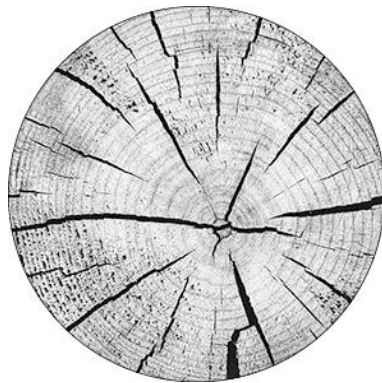
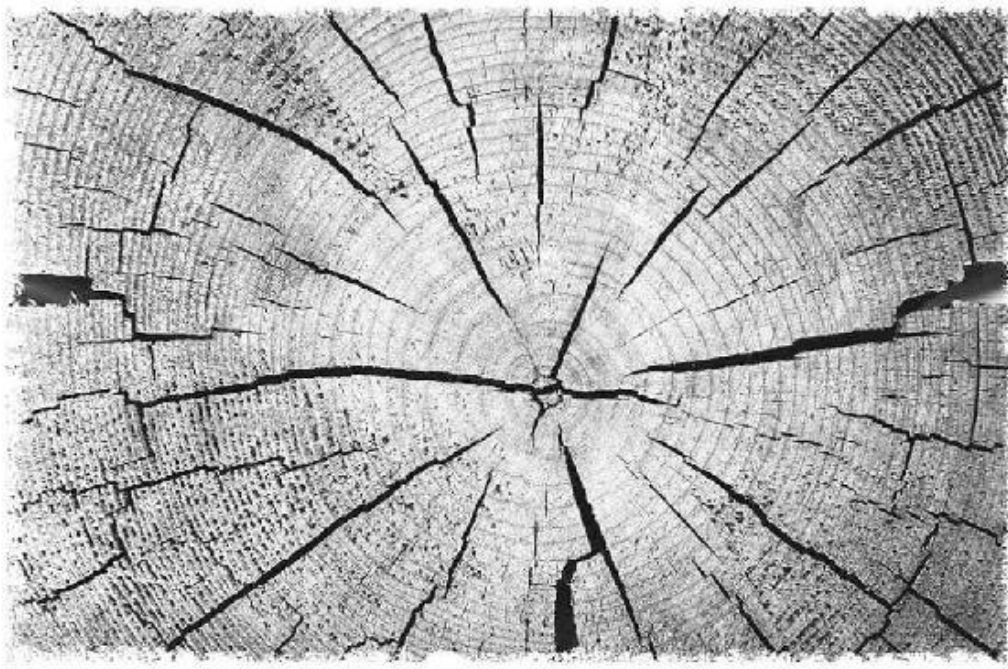
有时会有某棵榉树寿终正寝，腾出空位给下一世代，不然在森林里不会发生任何特别的事情。若不是人类滥伐的阻挠，欧洲山毛榉早已慢慢往北拓土，一直北征占领整个瑞典南部。榉树具有排挤驱逐其他树种的能力，它耐阴力特强，可以在竞争者的阴影下笔直向上生长，等它长得比对手高后就张开浓密的树叶挡住日光，好似直接关掉对手树木需要的灯源一样。

不论是青壮榉树还是老榉树，它们的根系生长得如专业的联络网络，纵横交错，提供榉树间传递信息与交换养料的服务。因此研究人员称山毛榉林是一种超级有机体，同时，它们也是爱家的树种，属晚熟型，幼苗需要榉树母树的呵护才能长大。



Chapter 17: 岁月的变迁

除了计算年轮，还有什么方法可以估算树木的年龄



不同世代树木活着的时间，

有时会重叠好几世纪，这一系列不间断的年轮变化，

使我们可以回溯好几世纪前的环境气候。

猜测树木的年纪很简单，在它被砍掉的当下，数一数树干横截面上的年轮，就可以马上知道这棵树木的年纪。树木的年轮是因为季节的变换所生成，早春时，树干里长出鲜嫩的木材，特征是形状大又壁薄的细胞组织，而且细胞的颜色特别浅。到了晚夏，细胞壁越变越厚，细胞也比较小，木材越来越密实，年轮颜色深暗；这个暗色的部分就是一圈年轮。

树木的历史也藏在年轮里：从年轮能看出气候的干旱时期（年轮特别细瘦），或是特别凉爽、多雨的年份（年轮间隔较宽），又或是树木何时遭受了虫害与病害（年轮呈连续几条细窄的纹路）。由于这些事件往往会对整个区域的树木产生影响，因此在同一地区，就算树种不同，年轮的情况也是相似的。不同世代树木活着的时间，有时会重叠好几世纪，这

一系列不间断的年轮变化，使我们可以回溯好几世纪前的环境气候。科学家使用所谓的年轮数据库，便可将一块木材的来源地和生长时代归纳出来。我们把研究这门专业的学问称为树木年轮学（Dendrochronologie）。

然而我们无法藉由这种方法来估计种在花园或是森林中人们所喜爱的树木年龄，计算年轮这个方法只适合被砍伐或是死去的树木。不过，我们仍有其他的应用方法估算树龄。

针叶树不会假意隐瞒自己的年龄，至少在 50 岁前，它们都是大大方方地显示出年纪。每年早春，针叶树往上长出新芽，同时在萌芽处生长出几枝如星状的侧枝（译注：星状小枝会带着叶子慢慢往旁侧并且向四方铺张，看似一层层的绿楼层），整个树梢看起来就像一根搅拌棒（过去厨房用搅拌棒就是利用针叶树的主干连着轮生侧枝刻削而成）。针叶树每年都会往上长出这样一层轮生侧枝，我们只要将下面旧的树枝层级数加上新生的树层，就能估算出树龄。

但是，当针叶树树龄超过 50 年之后，因树干下方越来越多的枝条掉落，加上树木包覆残枝，生长于树干下方的轮状侧枝（Astquirle）（译注：枝条前端长出的轮状聚集的分枝，如不同长短支架倒着打开的伞架）会随着年龄的增长越来越模糊。我用以下的说明协助你估计老针叶树的年龄：从老树

树梢最上端开始算起，数至轮生侧枝已不易辨识为止，然后估计一下这段距离占树干的比例有多少。假设这段距离大约是树干总长度的一半，那就得将这段树干长度上面聚枝层级的总数的总数乘以 2，就是树木的大约年龄。

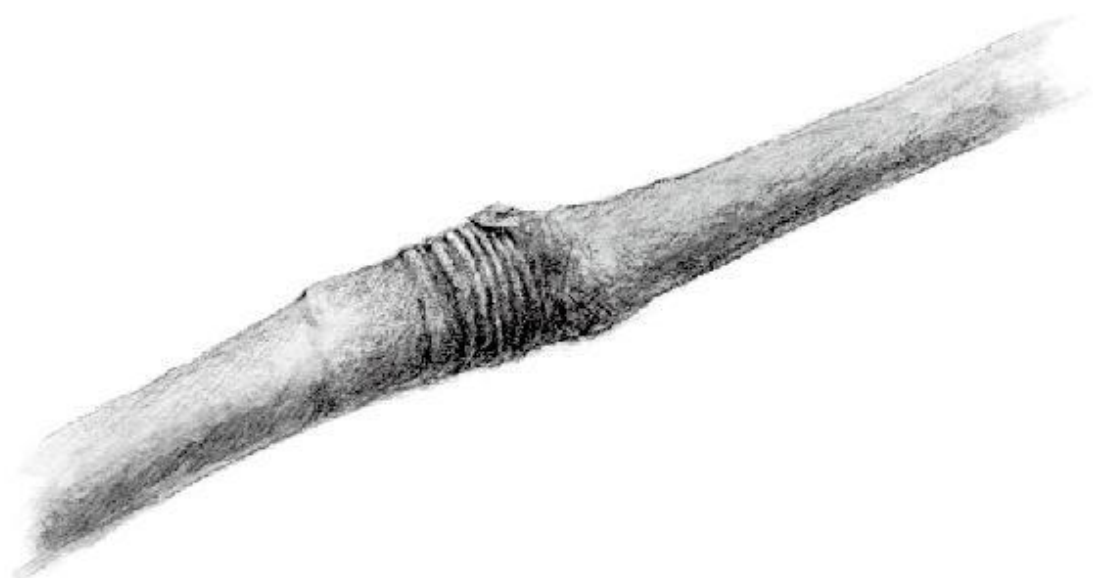


每年早春针叶树都往上长出新的轮生侧枝。

不过上述方法只适用于长在自家花园及公园里，终生都有充沛光源的针叶树。我们在第三章里已提过，原生林中的幼苗必须在老树的荫蔽下等待好几十年，才有发芽生长的机会，在这段期间，小树们的生长幅度微不足道，假若用前述方法计算，常会严重低估树木的年龄。再者因为中欧地区大多数的森林属人工林（同时林木多被种在铲为平地、没有父母树教养的空地上），树木大都缺少幼苗等待的蛰伏时期，所以由上而下数的估算方法只适用约百分之五的原生针叶树林。

我们如果问阔叶树的年纪是多少，阔叶树会假装害羞，回答得模糊不清。它的侧枝生长不像针叶树轮生侧枝这么有规律，想知道阔叶树的大概树龄，需要经过一番彻底的审查，才能从中看出端倪。我们要仔细地观察阔叶树的树枝：阔叶树的树枝就像针叶树一样，每年都会增长；如年轮一样，我们也可以从树枝上看出在其两个生长期之间的交接过渡阶段。许多不同树种的生长方向每年会稍微改变一点点，从而造成树枝轻微地弯曲。可惜这点也不是百分之百地适用，因为有些树木的树枝还是会直直地生长，角度不会有任何变化。另一方面，有些树种是在生长期的过渡阶段在树枝上长出一个轮圈，或是像山毛榉甚至在不同生长期的交接处长出好几个环圈，看起来好像树皮长了皱纹。

计算阔叶树的树龄，应从树冠最底下正在生长的树枝开始往上数，也就是往树冠的方向倒数树枝的层数，直到树冠最上端还能辨别的剩余树枝为止。我们可以把从最后一层清楚的树枝层到树梢合理的长度稍微估算一下，剩余的部分到底还有几层，更不要忘记加上树梢到最后一层清楚的树枝层之间的树干长度（译注：因为要以树干的长度判定有树枝处的树干，占全部树干长度的比例）。



山毛榉枝条上的记号可清楚看出两个生长期的过渡阶段。

树木渐渐衰老，便会长出苔藓。苔藓从树干下根株处开始长出，随着时间流逝，缓慢持续地往树上扩散。因为树皮上经年累月产生越来越深的沟痕，使流经的雨水易于滞留，

而这些雨水也是苔藓生存的基础。对苔藓来说，树木只是附着处之一，而苔藓生存的营养主要来自带着洗刷空气中悬浮颗粒后降下的雨水。

树干底处的根株是树干最粗的部分，这里的树皮沟纹也最深。随着年龄增加和树围变粗，有皱纹的部分会渐渐往上延伸，连苔藓也会一起向上生长。对橡树或桦树这些粗纹树皮的树种来说，当苔藓到达从地上算起有一米的高度时，这些树木便大约已有 70 岁的树龄。如果苔藓长在如山毛榉这种光滑树皮树种上，在树干离地表一米高处有苔藓，则表示树木已经有 200 岁了。不过，这只是大略的估计，具体情况会因树木而异，就跟人一样，每个人长皱纹的年纪有早有晚。

当你下回在林中散步时，请注意一下苔藓长在树干的哪个位置。苔藓若长在树干高处（树干上离土表两米高或更高处），除了表明这棵树木高龄外，也表示这棵树木在此林区具有珍贵的生态价值。

神木

人类的生长期在青春期之后结束，进入 20 岁后，就很难再长高。反之，因为脊椎间盘（Bandscheibe）受到身体重量的负载，将逐年推进挤压，到了中年，身高会走下坡。

树木不会停下来休息，一生都会持续地往上生长，只不过增长速度趋向是渐缓下降。当树木过了奔放疯狂、急速生长的青少年发育阶段，达到应有的高度时（依树种而异），就开始建造生长雄伟壮丽的树冠。

之后，树木往上长高的速度将逐步减缓。前十年的树木生长依树种不同，每年长高 50 厘米，当树木年长时，每年只能长高 10 厘米，或是更短。往上长的新枝丫很容易遇强风大雨就受损，隔年树木就只能长出旁枝，如此一来，导致树木高度的增长滞碍不前。

我们能远远地从针叶树的树冠形状清楚地观察到树木增长滞碍的特殊现象。树枝不是整簇（像倒三角锥）地往树头尖端方向生长，而是越来越向水平方向发展。在高龄冷杉的身上，这个现象最明显，它那特殊的树头外形还被称作白鸛鸟巢状树冠（Storchennestkrone，译注：德国这种鸟类所

筑的巢就是平平的)。

与树木向上生长常常受阻相反的是，树干可以不受阻碍地变粗。像人类长肉般，树木的年轮也一圈接一圈地增加。当树木高龄时，更显示出其比例过大的木质部与生物质量，因为跟青年时期比较起来，它的直径明显增加了许多。



原来往树木上端伸向树尖方向树枝形成的高龄冷杉的树冠，因树枝越来越往树头平伸而使树冠外形越来越扁平。

不只是树干一直增粗，树枝也是：当树木还在犹豫要不要开始扩充树冠时，树干的生物质量却一直持续增加，直到有一天树木筋疲力尽。这时，树叶无法供应足够的糖分，树根也没有足够的水分跟矿物质被抽送到树上，巨大的身躯需要的营养无法供应，树木不堪负荷。

树木活力衰退的情形可以从它的针叶或树叶减少看出来，很多树冠上层的细小树枝也会因此渐渐枯死，然后被下一次的温带气旋吹落。树木只会愈渐萎缩，更加虚弱。

真菌与昆虫们早已跃跃欲试，等树木有气无力的时刻一到来，它们便乘虚而入，侵入树木其中一段可能特别容易生病的部分，或是树干未痊愈的旧伤处。这时树木变得更小谨慎，常常看起来好像树木只拿出一半的气力抵抗虫害，把大部分能量留给健康的部位。被树木放弃的部分多是树干身躯面向北方的部位，因日照较少，这一部分树干保湿力较强，不易干枯，使真菌的存活概率也比较高。

此时带着子实体的真菌宣告胜利，入住树干里。有些真菌在秋天时会一丛丛地出现，有些则整年都黏附在木材上，如半个盘子悬托在树干上。树木通常能够凑合地靠着剩下还算健康的另一半存活几十年，不过完全康复的希望却十分渺茫，它们只会变得更虚弱。

在树干里，到处生长蔓延的真菌丝使木材腐朽，进而动摇树干的平衡稳定力，造成树木摇摇欲坠。当下一轮的温带气旋来袭，正好攻击树木被腐坏的地方，不是树冠部分折损，就是可能让整棵树木都被大风吹断而死。

但树木们不会因为真菌的破坏就轻易放弃抵抗。我知道一棵苍老巨大的山毛榉在 25 年前被一场飓风侵袭后，因树高 10 米处的树冠断裂掉落，真菌大举入侵，将（直径为）50 厘米粗大的树干腐朽到只剩下 5 厘米宽的树皮连接根部与仅剩的三根还活着的枝干。就算碰到特别干燥的夏日，这棵山毛榉也决不向恶劣的气候低头、退缩。就在此刻，我正在书写本文这行文字时，这棵巨木仍然存活着。

若是有一天，这个巨大的生命逝去，它的残干身躯也会变成好几千种微生物的家园，它会真正地成为生物多样性（Biodiversität）的母船。母船上经由这些新房客生成的腐殖质，会是下一世代树木的养分供应来源。此外，大部分固定在木材里的碳将留在土里，直接降低空气中温室气体（Treibhausgase）的含量。

还有另一个触动人心的情况：当结为连理枝树木（Baumpaare）中的一棵离开世间，在世的另一棵树木会继续供养对方已死去但可能还有一些生命迹象的根株。活着的树

木用它细嫩的根带传送糖分与养料，让伴侣的根株还能继续存活 200 年之久！当下次在古老的阔叶林区漫步时，你要更加仔细地环顾窥视一番：或许一块被人认为是已长满苔藓的石块，却曾经是一棵巨大树木的根株。树木根株长期无止境地绝望等待，有时会发生罕见的奇迹，小块根株在伴侣坚贞忠诚的养料供养下，竟然从根株里萌出新芽，原来的树干根株能再次长成大树，严格来说，这种现象就是原本的老树再度展开旺盛的新生命。

最长寿的树木

树木能活到的寿命上限是多少，不仅与树木种类有关，也取决于它们被种植的形式。就像被监禁饲养的动物，因有动物医护人员的照护以及始终有优质饲料供养的良好条件，存活年限比野生放养的动物长久。不过，对树木而言，情况恰好相反。树木若缺少母树的照护，再加上土壤的结构质地

不适合生长，则寿命会急速缩短。虽然如此，森林里的树种还是能在花园里安居好几百年。

阳性树种属早熟型树种，例如柳树或桦树放弃选择母树与森林，天生个性独立，不论在花园及公园都安然自在。所以，不管生长在我们屋后的花园里或是长在天然林区，对它们来说没有任何差别。只是柳树、桦树们并不长寿，寿命在100~150岁之间。而生在大片的原生林内的树种，个性与阳性树种迥然不同，它们生命步调缓慢，寿命上限在500年左右。旅游简册中经常被拿来当作旅游景点的千年神木，大多数约只有记载中一半的岁数。但是，有哪个门外汉能确切地考察核对老树树龄呢？

若想看真正的老树，一定要出门去旅行。北美地区有几棵落基山刺果松(Grannenkiefern)，曾被列为世界上最老的树木。老树靠着北美西南地区的艳阳，每年只长高几厘米，却以5000年的最高寿命列存《吉尼斯世界纪录大全》(Guinness Buch der Rekorde)。如今，老落基山刺果松在纪录大全里的最高年限纪录被一棵云杉取代。这棵云杉生长在瑞典中部的达拉纳省(Dalarna)，恶劣艰困的环境让它发育不良，所以长久以来让人漠视了它的存在。然而研究人员从它根部的木质部采样检测后，得出了让人难以置信的结果——科学家证实，这棵小树的寿命已经有9550年。可以说，

这棵老云杉一定在地球最后一次冰河时期就已萌芽并开始生长。据估算，瑞典中区附近还有 20 多棵树木寿命超过 8000 年。



在炎夏艳阳的西晒下，年寿高的美国落基山刺果松，每年只生长几厘米。

Chapter 18: 盛宴的尾声

人的生命皆有终结，树木也难幸免





树木生长的尺寸超越某一个数值后，
树干内部将开始腐烂，且腐朽的速度会愈来愈快，
直到超过外部产生新生组织的速度。从此刻起，
树叶凋落、树枝萎缩，树木的生命盛宴进入尾声。

人的生命皆有终结，树木也难幸免。对于能够达到高寿的许多树种来说，高寿并不是只有好处没有坏处。

我们都还记得前面曾提到的情形：任何一种生物活得越久，世代之间的差异就越大，适应新环境条件的能力就变得越来越迟缓。父母世代的让位退出，原因不仅是老去损耗，而且还包含事先注定的退位，只有这样才能让后代子孙有机会继续繁衍。

对人类来说，位于染色体（Chromosomen）末端的端粒（Telomere）就是用来决定人类寿命长短的：当细胞每分裂一次，端粒就失去一小段，直到消耗殆尽。接下来的分裂再也无法不受干扰，有机体不能再自行修复，细胞将凋零死亡。

死亡就是让出位置给下一代。还好，谢天谢地，所有尖端的医学发明仍旧无法改写生物时钟（biologische Uhr）轮替的时间程序，要不然我们的星球总有一天可能拥挤到仅剩下“站票”。

树木的生命运行也很类似：树木生长的尺寸超越某一个数值后，树干内部将开始腐烂，且腐朽的速度会越来越快，直到超过外部产生新生组织的速度。从此刻起，树叶凋落、树枝萎缩，树木的生命盛宴进入尾声。而躲在母树下等待了好几十年的幼苗，则会快速地发育成长，因为从现在开始，

它的主要任务就是将空出来的位置收为己用。

只是亡者责任未了。树木在世时，从深土里大量往上供应的养料，如今将一步步渐渐分解出来交给树孩子们享用。数不清的昆虫与真菌专为腐木而来，森林整体的生态系统将从腐木中获益。就算我们不清楚森林与微生物之间的关联，我们也知道树木的健康和稳定与生物多样性是有关联的，以下用一个小小的例子加以阐明。



枯木丰富了森林中的生物多样性。

富藏腐朽木的森林是各种鸟类的留宿地，啄木鸟也是其中一员。腐朽木中富藏的昆虫幼虫给啄木鸟提供了食物来源，让啄木鸟得以生存。另外，这些长着羽毛的鸟室友也为活着的树木提供特别的服务——协助树木扫除寄生虫，就像非洲（红嘴或黄嘴）啄牛鸟（Madenhacker）为犀牛与大象提供服务一样〔译注：非洲（红嘴或黄嘴）啄牛鸟经常聚在大型草食动物身上以啄食寄生虫为生〕。假如森林中没有腐木，就没有啄木鸟会去查看树木，树木便只能自求多福，独自对抗各种攻击。

就连被温带气旋吹倒的残树也有用处，它们能向下松弛土壤，方便树根深植，改善树木后代的居留环境。大树倒下时，根盘连带着土壤向上掀翻，这些出土的土壤将在接下来几年的时光，经雨水、冻裂等作用后，完美地碎成粉屑，再次归尘入土。幼苗敏感的根系在碎屑土壤有机质里会感到特别舒畅，几世纪后，早已腐朽落土归尘的老树只留下一小坨椭圆形的土丘。

这种典型的洼地与小丘地形交替变换的状况在原生林内特别常见，它们是经过好几代的树木轮替才渐渐形成，然后慢慢地遍布整个森林内。

Chapter 19: 人类的行为

种植一棵看起来又高又大的树苗是件多么美好的事





在育林苗圃里，时间就是金钱，效率就是一切。

从种下种子到能够商业販售，

植栽苗木必须在两三年成长完成，

就如作弊的运动员使用禁药一样，

苗木将被灌满肥料，受到矿物质营养的浇灌。

不论是生长在花园、公园还是森林里的树木，都有很多共通点，但生长在非森林微气候地区的树木，其生长发育的情形就跟森林里的树木很不一样。特别是在花园里或是树距较大的公园里，有着开阔地的微气候。在这里，太阳直射地表，使得其土壤温度升得比较快，也比在昏暗浓密的森林中的土壤干燥得更快。风在这里可以像风筒一样穿梭于树间，并卷起秋日落下的树叶或针叶，而在森林里，这些树叶本来都是像堆肥一样落在地表，保持树根的温度。

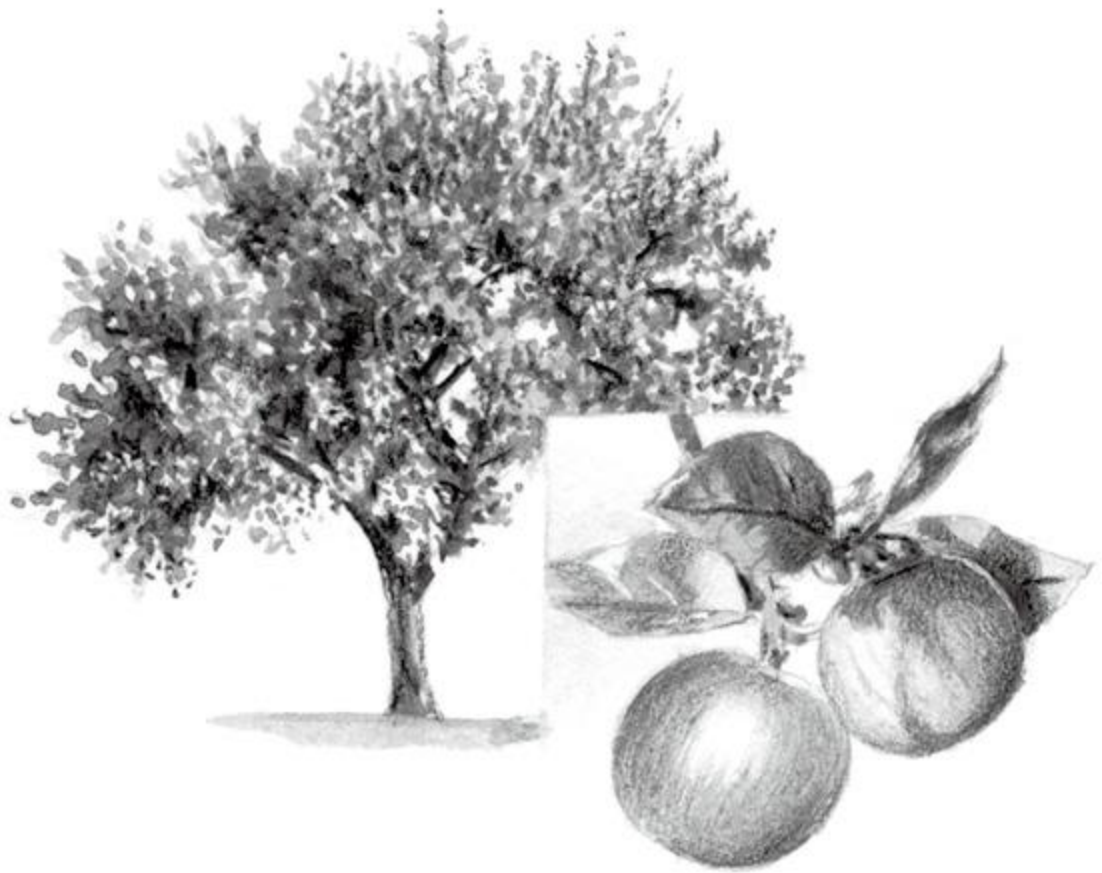
在很多情况下，出于人类的纪律精神，我们会自觉地把落满草地的叶子清除。我也属于这类型的园主，无法看着花园内的草坪被咖啡色的烂叶泥层覆盖。我会拿起耙具聚扫一部分的落叶，再将它们均匀分散在树干下与树根边缘相邻的土表上。其实生长在花园草地上的树木，大都会缺乏腐殖质。腐殖质就是所谓的腐殖质复合物，说得直白一点，就是蚯蚓粪便。除此之外，它们还是土壤中最重要蓄水池。而我清扫落叶，会使得树木缺水的情况更加恶化。以上所说的还只是现代花园带给树木各式各样压力的冰山一角。

写真：苹果树

我们所种的苹果树 (*Malus*) 都是源于野生苹果。不管是亚洲的品种还是欧洲的，到底哪一个品种才是真正的原生种，已经没办法分清楚。倒是土生土产（野生）的欧洲野苹果 (*Holzapfel*; *Malus sylvestris*)，其中有特定部分的基因或许仍留在目前的人工培植的品种里。为更加了解花园里的苹果树 (*Apfelbäume*)，让我们先探究一下野生苹果树。

欧洲野苹果是生长在森林边缘与温带草原的典型代表，我们能从欧洲野苹果往旁侧生长的枝干以及它们用来对抗草食类动物饕客所长的带刺枝条辨识出来。由于欧洲野苹果身材矮小，最高只长到 10~15 米，无法与山毛榉、橡树或是云杉抗衡，一起在原生林区内生活。欧洲野苹果喜好生长在河流与小溪附近的地域，或生长在阳光普照的灌木丛，又或是草原上。很不巧的是，这些地方恰好都是人们非常喜爱利用的地方，结果就是欧洲野苹果几乎消失殆尽：因为经蜜蜂辛勤的传播，人工选种的苹果树花粉传递给野生树种，造成了不同品种间基因的混合，纯种的欧洲野苹果极可能已不存在。同样的，欧洲野梨也遭受与欧洲野苹果一样悲惨的命运。

我们不能把一个树种单独拿出来探讨，因为除了树木本身以外，它还有很多随从，例如昆虫、真菌和细菌，关于它们的存在，目前的相关研究非常少。然而对这些小东西来说，它们很可能根本不在乎活在欧洲野苹果的树冠上、树干里、树根下，还是存活于其他品种的苹果树里。就算人工培植的苹果树骨子里也只剩下微弱的野生特性，不论是博斯科普苹果树（Boskoop）、约那金苹果（Jonagold），还是冬雷伯苹果（Winterrambur），不管哪种苹果树种，它们都像是这群跟班小随从的救难艇，给它们提供了一片生存的空间。



人类的种植行为

我们来看一下一棵“受文明教育”的树苗是怎么长大的。话说它的一生是从育林苗圃开始，在育林苗圃里，时间就是金钱，效率就是一切。从种下种子到能够商业販售，植栽苗木必须在两三年完成成长，就如作弊的运动员使用禁药一样，苗木将被灌满肥料，受到矿物质营养的浇灌。运动员使用禁药长的是肌肉，树苗则长的是又高又充满活力的新芽。所以你们心自问：假若有两株同龄的苗木可选择，难道你不会选择比较高壮的那一棵吗？

接下来，育林苗圃还要面对更多的问题。刚开始，每棵树木在土表上的枝丫还没往上长，树根却已率先往地下深处生。与此同时，随着树干往上生长，树根会继续往四方增长，长到至少与树冠的幅员一般大小。所以，当你去苗圃选购至少有2米高树干的苹果树时，如果是正常发育的树木，光是它根系的大小，就比我们小客车后车厢的空间还要大，而占有如此巨大空间的树苗根本卖不出去。另外，顾客们也偏爱干净漂亮的树苗，所以当我们问要修剪树木的哪个部分时，

答案很简单：根部。为此，每年苗圃内的树苗都会被拔出土壤并修剪根部（大部分用器械切割），好让在根株下的根系能够长得更密集，并长出许多非常重要的细细须根，因为须根是专门负责吸收水分的。如此经年累月重复的断根处理，让树苗根部变成一个小而密实的球状，非常适合装进盆栽容器。而且，在运送苗木回家的过程中，土壤被密实的须根包住，不容易碎裂，种植时所要挖掘的植穴也不会太大——这一切让苗圃主人和顾客都非常满意，除了树木以外。因为树木在经过这种培植处理后，根部会完全丧失支撑力（译注：因为主根是负责支撑的，须根负责吸收水分和营养），必须靠人工支架来帮忙支撑。

把树苗放入植穴里时要非常小心，而且需要注意很多细节。因为这时树根若被歪歪斜斜地种下去，之后也会长得歪歪斜斜。这种风险特别容易发生在不带泥胆的裸根植物上（译注：泥胆是移植树木的专有名词，指树根包裹的土壤）。单一方向的挤压就会造成根部偏向生长，也会使树木无法稳稳地站着。常常在几十年后强大的温带气旋来袭，当初草率种植的痕迹才会显露出来（译注：因为树木倾倒后，园主看到偏向一边的根系，就知道是种植时挤压到了，树木才会倾倒）。所以在你把植穴填满前，请将树苗的根部随着已生长好的根系方向摊开，并在根系间填塞一些松软细小的土粒。你

在此刻花的时间越多，越小心仔细地处理树根，树根就会长得越好，越能牢牢地固定在土壤中。

但是，即使在种植时再小心翼翼，我们也没办法补救断根所造成的问题：当树根被修剪截断一次，就再也无法往地底深入生长，只能停留在离土表 30~40 厘米深的地下（译注：因为主根被剪断就长不出来了）。假若身为园主的你能够选择，最好拿一颗种子种在你想要的花园角落，然后让它慢慢地长大茁壮。有句至理名言是这么说的：“树苗愈小棵愈好！”若你要选择购自花市经过嫁接的树木，应该把这句话作为参考。因为经过苗圃断根处理后，以矮小树苗的树干和树根的比例来看，其根部的比例较高，而且小树苗种下后，根部生长也比较快，种植失败的概率比较低。我很了解在花园种植一棵看起来又高又大的树苗是件多么美好的事。但请你耐心等待！来自苗圃的矮小树苗必能快速地生长，甚至长得更健康、更稳固，而且通常在 5 年后，它就能超越原来你比较心仪想栽种的较大棵树苗。

树木的地下室

现在你院子里有一棵新树木，它用根探索着你花园里的土壤。森林里的土壤既松又软，不仅通气佳，而且能调节温度、水分，总是维持适宜的湿度不至于积水，更富含充足的营养。花园的主要功能是让人类远离喧嚣，在自己的小天地放松心情，所以人们常用 50~150 公斤的重量走在花园草皮的小径上，使得松软的土壤变得坚硬结实。除此之外，现今住宅区常常被规划在以前的农田上，这些土壤已长久遭农业机械的处理，或是几经牛马犁耕，形成了密实的土质。视土壤种类与其显示出来的不同状况，这种被踏实的土壤就像土中的不透水层，不论水或空气都无法透进，当然树根也没办法穿透这层土壤，因为大部分的树木是没办法在“地下室”缺氧的情况下存活的。怎么看出土壤下有不透水层呢？只要从滂沱大雨后，地面形成一摊积水，几小时甚至数日内都不消散的状况就可以推断出来。

当你的花园里有上述积水的问题该怎么办呢？如果你希望花园能有遮阴的地方，或是希望花园有一棵雄伟高壮的大树，那我就推荐你种植橡树或银冷杉，因为土壤缺氧区对它们的影响不大，而且它们的根部可以穿过缺氧区继续往下

生长，所以温带气旋来袭时，也难以将这两种树木连根拔起。

若你想在花园内种植樱桃树或是梨树等树种，那么你要多加注意，让它们的树根能够好好地生长茁壮，并且可以向四面八方扩散，避免因为主根无法深入地表而出现问题（译注：因为每年断根让苗木无法生长主根）。在每个树根附近设置跟树冠半径同宽的圆形敷盖区，就是为了帮助树根向四面八方生长，再堆上一层厚厚的有机肥料，这样一来，我们就替树木培养了含水又营养丰富的腐殖质，就像在原生森林一样。当树冠继续向外扩张时，只要把敷盖区往外扩大，就可以诱使树根也跟着向外生长（请参见第五章）。

我们还可以借助堆有机肥的铁丝网圈保护树根，它能减缓并降低花园里的另一个风险：田鼠（Wühlmäuse）的破坏。田鼠，这种小啮齿动物在森林里并不常见，因为林下昏暗的光线，使得地表几乎没有任何植物生长，所以对田鼠来说，森林里缺乏食物的来源。加上缺乏地表植被的掩盖保护，让田鼠在森林里的生活到处充满危机，比如灰林鸮（猫头鹰，Waldkauz）能在高空也一清二楚地看见田鼠，随即展开捕猎行动。

而花园里的迷你小草原跟森林里的情况完全不同。套用林务员的一句老谚语来形容非常贴切：“光来，草就来，田鼠

也来，这下惨了！”这表示在花园里，充足的光线使草地滋长，繁茂葱郁的草地让田鼠可以安心藏匿于草缝间，啃食与杂草丛生的树木。同时，花园里种着从市场上买来的新生苗种，更是田鼠的生活乐园。已被灌满硝酸盐肥料的果树或树篱灌木等幼苗的根部，有如美味可口、多汁的红萝卜，让田鼠无法抗拒。这真让园主感到大大的失望！刚买进的苗种，到了早春还未萌芽，竟然只是温柔地拉一下小树的枝丫，小树苗就轻松离地，原本应有的根系只剩一棵像被水獭啮齿啃咬，满是田鼠齿痕的残株。



老鼠擅长藏匿于草地里。

所以请你试着让田鼠这个捣蛋鬼的生活难过一点，并且让它天敌的狩猎轻松一点。保持你花园的草坪又矮又短，增大树木的圆形敷盖区（上面不可以有杂草）的面积，创造田

鼠一点都不喜欢的生活环境。这样就能使树苗有机会跑在田鼠前面，快点度过刚被种下后最危险的第一年。

多余的废土

花园里若有几棵将要死去的树木，那么它们的树干上应挂上写着“客满了，请勿进入！”的指示牌。可惜这指示牌的意思与生意兴旺的企业全然无关，而且是完全相反的情况，让我解释如下。

有些花园主人想开辟新的露台、盖游泳池，或是做一个造景的小斜坡。这些改造会让土壤因地形改变而显得多余，也给园主自己带来一个问题：这些被开挖出来的土石要挪移到哪里呢？若是请专业的废土公司处理，通常费用昂贵，因此并不是每个人都愿意花钱处理废土，尤其是只有几百公斤的废土。那我们要怎样做呢？最快速便捷的方法不就是把这些多出来的土壤倒在树干周围吗？然后把土壤铺平再撒上

种子，让废土上长出草皮，花园就会变得利落清洁，一切似乎恢复整齐。但对于没被问过就在根株处被倾倒废土的树木来说，它的问题才开始。对于根部被倾倒废土这件事，树木实在高兴不起来。树木的一部分树干被废土埋住，得不到充足的空气。更糟的是，新增的废土也波及到树根，堵死了几十年来好几世代蚯蚓们挖筑的通气渠道。

在缺氧与树干潮湿的双重作用下，几年后就能看出树木所受到的伤害：树冠萎缩，新长出来的树叶变小，小树枝干枯，树皮的裂片飘落满地；很明显，这棵树木的健康状况每况愈下，受尽永不停歇的腐朽折磨，最后步入死亡。

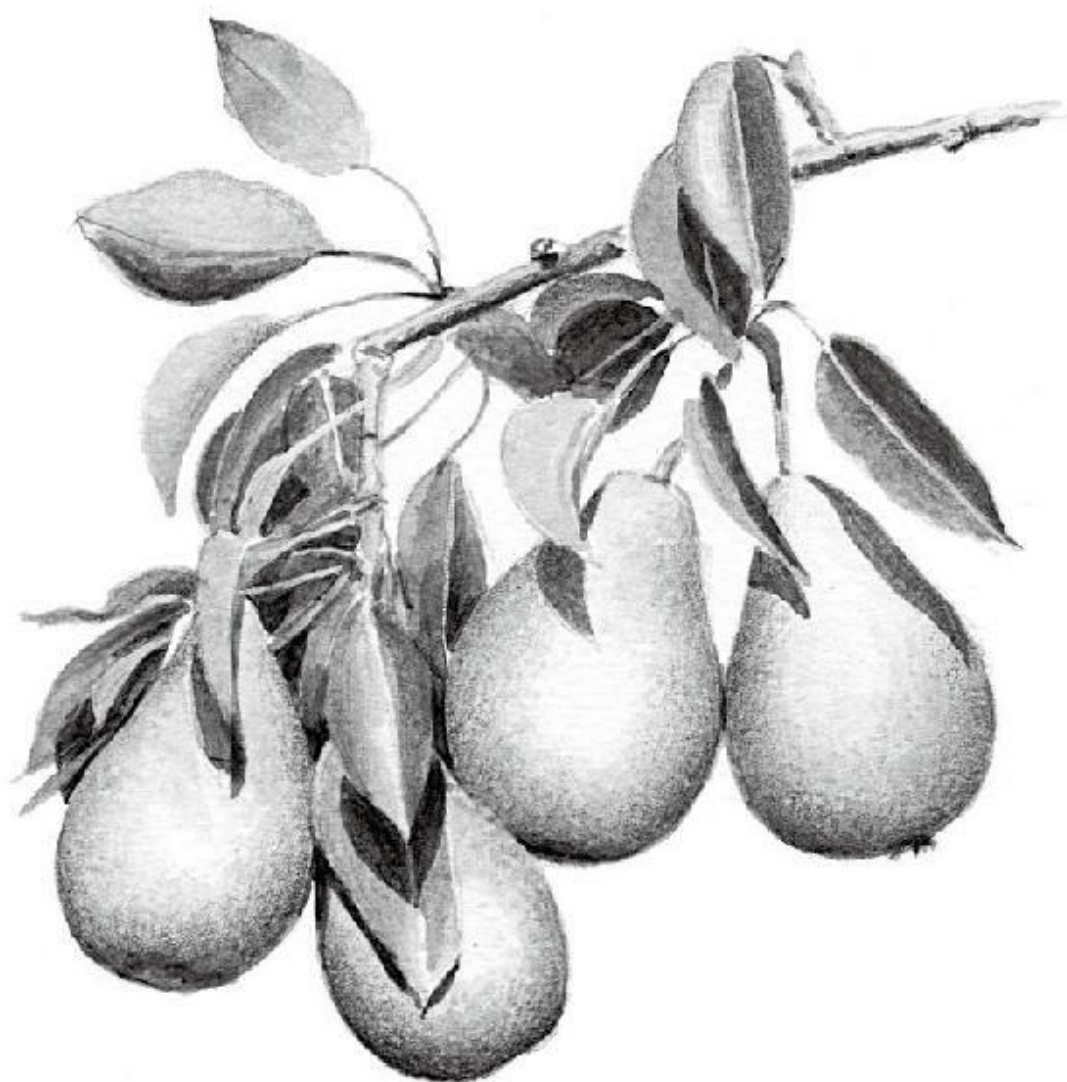
其实不是所有的树木都会因强加的废土而受到伤害，只有山毛榉或其他薄树皮树种的树木会因此受苦，但柳树、白杨树与赤杨树等树种对于潮湿积水的环境适应得比较好，不太会受到影响。

合二为一的嫁接

前面我们已经说了很多关于地下室（译注：指树根和根株部分）的情况，现在我们来看看真正的树木区域——地上部。花园里的开阔地微气候（译注：特指在较小范围的绿地区域或公园区的小气候效应，会因为树荫、草坪、水池等多种因素影响此区的温度、湿度、气温等）对桦树、柳树或樱桃树等早熟型树种有益，让它们在花园里可以长得跟在天然森林一样好。苹果树、梨树或梅树也都不喜欢住在森林里，温带草原的性格在它们的野生种上显露无遗：它们的树枝上到处带着刺，用以抗御素食饕客，而这些饕客都不是森林的常客。所以，这些原本生长在开阔空地的树种活在花园里会感到异常舒适，并能活到天然寿命的极限。

不过这些果树若经过嫁接处理，就没办法自然终老，因为它是两个不同的树木被强迫在一起生长的人工产物。嫁接的过程就像是把红毛猩猩的头接到大猩猩身上，如此听来是否有点像科幻小说《科学怪人》（Frankenstein）〔译注：英国小说家玛莉·雪莱（Mary Shelley）写的恐怖科幻小说，是西方文学史的第一本科幻小说〕的故事？我们在嫁接中所说的“砧木”，或是称之为母树，指的就是选择想要嫁接品种

的一小段树枝当作接穗插于其上的树木；若是以梨树作为接穗，榲桲、野生梨树和花楸树都可以当作其砧木。至于樱桃，有些人工特意培植的樱桃砧木（例如灌木樱桃会被用来当作砧木）有很奇怪的名字，例如“GiSelA 5”或是“Weiroot Nr. 158”，或者有时候只是樱桃的野生种，被拿来当作嫁接人工培植的品种的母树。



每次嫁接会让一段小树枝长出累累的果实。

嫁接繁殖会使得提供接穗的树木变得几乎长生不老，因为所有的接穗都来自一棵具有大家喜欢的特质的果树，就像是法国梅斯地区的黄香李。当这棵果树以接穗的方式大量地繁殖（而且分布到世界各地），随着每一次的嫁接，一小段的树枝便在新的砧木上长成一棵大树，于是原株的生命便延长了好几十年。

每一棵树木或者说地球上的生物，都想尽办法在演化的竞争中生存下来，并把它遗传物质传递好几个世代。严格来说，果树在演化的竞争中非常成功，它们通过果实这个诱饵，促使人类帮助它扩大分布范围。如此看来，前文中关于弗兰肯斯坦（科学怪人）的头颅换接的比喻有点夸张（在此我也收回如此的比喻）。

事实上，一个果园里的所有果树都来自同一棵果树，对于受精作用产生严重的后果。大部分的果树都需要另一棵不同品种的果树完成花粉受精，这样一来，产量才会大。选择另一棵果树时，最好选不同的品种，因为一个果园内所有的果树都算是接穗母株的延伸。基于这个理由，你常常可以在果树上看到挂着的标签上写着受精品种，这棵树木开花的时期会与应受精果树相同。

砧木是接穗发育和整棵果树生长情况的主要关键。生长缓慢的砧木会使得果树整体生长减缓，也使得苹果、梨子、樱桃和李子不会过度蔓延，花圃也依旧还在果树的阴影下。你若是希望种一棵能长得雄壮威武，足以绑上吊床或荡秋千的大树，就要选择一株树干高大又具有强劲生长力的砧木。



有时候砧木与嫁接的接穗会互相排斥，完全合不来。

有时实施嫁接的位置非常低（译注：专业术语叫低位嫁接），有些接穗只被嫁接在离根部几厘米的砧木上，也可能导致接穗逃狱的情况发生。特别是矮化果树都是被嫁接在生长态势较弱的砧木上，目的就是让树木长得又矮又密实，这种矮化果树特别适合空间不大的花园。若是矮化果树在种植时被埋得很深，嫁接处的接穗能接触到土壤，接穗便会从树皮长出新的根。这样一来，接穗就可以逃出砧木的束缚，尽情地依自己想要的速度生长，原本经过矮化处理的果树，几年后反而变成可以长到 6~8 米高的果树。若要防止出现这样的情况，你要注意嫁接时，嫁接的位置一定要高于土表。

这种嫁接方法可能就是矮化果树只能活几十年的主要原因，它们不像野生种在正常情况下可以活到几百岁。砧木上的接穗是属于年龄很大的树木，它的生理时钟即使在被嫁接到新的树木上后，也只能被有限延长。

现在来讨论一下早熟型的树种。在花园里，竞争不如原生林中激烈，是有独行侠个性、早熟型树种的极乐天地，因此非常适合种早熟型树种，如桦树、柳树、野樱桃树或是杨树等，它们在花园生长的情形，跟在大自然里的生长情形没有什么不同，能够长到 25 米或是更高。早熟型树种的晚年依

花园面积的大小，带给人类不同的问题，因为它们通常不会带着支离破碎的枝条与树干渐渐死去，而是因为树干被严重腐朽，摇摇欲坠地被强风吹倒而死。

原生林的树种与早熟型树种完全不同，不论橡树、山毛榉还是云杉，我们都能在花园这种不是天然的环境里看到它们。在花园里，没有高大老树的阴影减缓小树的生长，也没有老树经由细嫩的侧根提供小树在碰到危机时糖液以补充营养——矮小幼嫩的原生林树种在花园里如同孤儿般成长。即使这样，它们还是能够长成相对健壮的大树。

幼苗刚开始在花园里的生长速度非常快，通常在森林里，这些树种的青年期大概有一个世纪，而对在花园里长大的幼苗而言，这个等待时期被直接省略跳过。从一开始，它就如加满油般地使劲往上抽长，而森林里的幼树形成树冠是经过缓慢地向上生长，直到有一天终于获得足够的光线，它终于到达更上层、更高、更亮的高度。长在花园里的树木则一开始就享有这样的光照亮度，所以一开始就能长出粗壮的枝条。这种生长会产生两种后果：一个是这些种在花园里的森林树种不能达到天生的最高高度，因为它好像少了一段中间的树干。主要在于它们在花园里不用刻意地往高处长，在离地几米的地方，它们就开始形成树冠（译注：所以跟在森林长大的同伴相比，看起来好像少了中间那一段树干）。另一个后果

是由于跳过了青年时期的等候时光，它们无法如森林里的树友们一样长命百岁。由于花园里的树木在青少年时期快速生长，树干内部的木质部细胞长得粗大又饱含空气，有利于真菌生存，让真菌更加容易扩散并侵害树木，因而使花园里的树木处于危险中，将腐烂而死。不过森林的树种还是有机会能在花园里存活好几百年，但前提是我们适当地照顾它。

剪枝

树木可以长得又高又大，听起来很普通、没什么稀奇，但这个特点却总是被花园主人刻意忽略，不然我们要怎么解释那些昂贵费时的砍树行动呢？比如，30年前花园主人过完圣诞节，把一根带着一个小小根球的圣诞树随手种下，它现在却长到要请专业公司来处理，因为随着时间过去，它使得照入房子里的光线越来越稀少。还有一种情况是其他的树种因为具有观赏价值的叶子或是甜美的果实，而被带进花园里，

在几十年间愈长愈高，超过花园主人的预期，并占用那些本来要留给草皮或花圃的地方。

因此，为了避免事后修枝的麻烦工作，你应该了解一下自己想种植树种的最高生长高度，即使你很不想改变决定，但若是花园面积太小，你还是应该选择最高生长高度不会太高的树种，因为不管除去老树上粗壮的枝干还是修剪树冠，都会带来以下的问题。

修剪树干就是截断树木的输送管道，也就是将树木纤维横切。空气便可借此进入树木的维管束，产生像人类一样的栓塞问题，栓塞附近的细胞组织会逐渐坏死。切口附近的形成层也会被牵连拖累，失水干枯而亡。这样一来，树木的伤口其实远远超过修剪切口的大小。此时，树木要想办法以最快速的方法封闭木质部的伤口，不让空气及跟随而来的真菌溜进树干里。如果树木枝条的直径没有大于 5 厘米，照理能完成包覆修补，成功封闭伤口，而空气进入树干的管道会再次被中断，树木细胞组织能再被树液浸湿。这样一来，真菌就得不到空气，没办法生存而死去，树木便能将伤处包裹好做好对外隔离，不受干扰地继续生长。若是枝干伤处更大，真菌便会更深入地侵入树干。然而心材的年轮因老化已经停工，树木在此处已经没有防御能力。除此之外，在面积较大的伤口处会有更多的空气进入树干，也会停留得更久，所以

真菌不会全部窒息而死，反而继续深入腐朽树干，一直到整棵树干被掏空为止。

树木伤口愈合的能力依种类的不同而有差异。柳树、桦树或是果树树枝最多只能应付直径在 5 厘米内的伤口，而像橡树、山毛榉、悬铃木、松树或落叶松等树种，却能轻而易举地处理树枝上直径为 10 厘米的伤口。

若是树木的受伤情形特别严重，而且在与真菌的竞赛中输了，这会对你的生命财产有一定的威胁。你可以估计一下花园里树木的高度，以这高度为半径，在树干周围画一个圈，就可以得知当树木被温带气旋吹倒后，有哪些物品、建筑与植物位于这个危险区域内。而且这个危险区域的半径每年都会随着树木长高而持续增加。

各种园艺厂商会生产各式各样保护修剪树木的切口，以及让树干残枝不受真菌感染的商品。各种不同的树蜡或敷剂都声称能密封树木伤口，而且给你一种错觉，好像树木已经受到保护。可惜，近年来这些宣传和商品已被证实是误导。因为真菌孢子最慢在 10 分钟内就会落在新鲜的树枝切口处，在这之后所有的保护措施都无济于事。因此，如果想让修补树木伤口的处方药剂见效，就必须在修剪树枝后马上使用。若伤口已在空气中暴露好几个小时或好几天，就请省下买药

剂的钱。而且还要注意的一点是，药膏应被禁止用在旧伤口：真菌一旦进入树干内部，在树木伤口上的蜡会保持伤口潮湿，却更加提高真菌扩散的可能性，使真菌就算在干燥的天候下也能继续繁殖。

就算在 10 分钟的危险关键时期对树木做了正确的保护措施，也无法保证剪枝伤口能够全部痊愈。虽然伤口处确实已上蜡，终有一天经日晒或寒霜后也会出现裂缝，此时真菌最终还是可以对树木下手。不过药剂至少有一个正面疗效：能防止伤口处的形成层干枯死去并且不会继续扩大。在这种人工保护层完美保湿的协助下，让树木能够马上进行修护伤口。不论是树蜡剂还是其他药剂，应该只抹在切口处与树皮或木质部的分界处最外圈部分上一圈，一方面能保护形成层，另一方面能让切口的其他部分变得干燥，使真菌无机可乘。当然，我们对树木最适当的保护方式直到现在依旧不变，还是请你让粗壮又健康的树枝留在树上吧！

如果修剪粗大枝条的情况不可避免，该怎么做呢？

第一条规则：枝条越细越好。把必须砍掉的树枝都做上记号，而且马上切除不要拖延。年复一年地拖延，树枝只会越来越粗，使树木遭受菌害的风险越来越高。

第二条规则：切剪树枝时绝对不可伤及枝领。请再参阅

第八章关于枝领的内文中，说明枝领如何形成和它的作用的部分。你若在剪枝时仍感到怀疑并毫无把握，只要记得留一小段树枝在树干上，即能保证枝领完好无损。



剪枝时，绝不能伤及枝领。

第三条规则与修剪树枝走向有关：剪枝时一定要避免撕裂树皮。当由上往下锯断树枝枝条，在树枝快要完全断落前，因树枝非常倾斜，在切枝落下的同时会撕裂树皮，被撕裂的条状树皮经常是往切口下方向下撕拉，一直延伸到树干的树皮，这样就会伤到枝领。

正确且不伤害枝领的方法是先从枝干下端往上锯，至少先锯开树皮到木质部的深度，再改为由上往下切割，才能有效防止切口处树皮的撕裂。至于又粗又重的枝干，最好是一小段、一小段地锯切，但是应该在同一工作程序完成，这样做不但是为了减轻树木因锯树时，树枝与树干交接处因杠杆效应增加的压力，而且还能降低枝领受损的风险。

第四条规则：只能使用锐利的切锯工具。当锯刀或是剪枝剪刀不够锋锐，必然会造成被切除树干残枝的不规则切口，这对于树木之后的修补包覆非常不利。

最后，同样重要的一点是关于修剪的季节问题：早春时严禁剪枝，因为此时树干里充满流动的树液，树木专注在萌芽、长新叶，没有多余的力气对抗真菌。这时期的树木若是修枝后从切口处“流血”，也就是从伤口处流失了树液，使得树木容易受许多病原感染。我们常常可以看到从树皮喷出的树液变成黑色，这表示真菌和细菌已在树液里快速繁殖。

同理，冬天下雪结霜的时期也要避免动刀切枝。剪枝的最佳时机在夏季，此时的树木有空暇也有能力疗愈伤口。盛夏修枝时，显然树液的流量已经减少，所以不会从伤口流出任何汁液。我们常常听到冬季时应该修剪果树树种的建议，纯粹是因为此时的树冠光秃无叶，便于让花园主人能够看出整棵树木的枝条生长形状，也比较容易找出不合心目中的树冠外形枝条。

以上的说明均适用于还有生机的树枝，至于干枯的树枝（残枝），情况却完全不同。修剪已枯死的树枝时，树皮不会被撕裂，被锯伤口处不会流出有助于真菌入侵的树液，树木早在你进行修枝前已事先被预警通知，并正进行残枝包覆的措施。但无论如何你仍应该将残枝干净利落地切除，切口应保持平滑（请注意枝领部分），好让树木在切口处尽可能地迅速完成修护并愈合。

从树木的观点来看，树篱（Hecken）是非常特别的例子。若你的花园围篱是用山毛榉、千金榆、云杉或是美国侧柏种植的，让它们能舒适健康成长的条件跟正常的大树是一样的。不同点在于为了维持矮树篱的状态，每年必须修剪树枝一到二回，以人为的方式控制树篱高度，阻挠它们往上抽长的自由。假如不限制这些围篱树木的生长、不再修剪，它们随时都可能长成一棵完整的大树。因为这些特别适合作为树篱

的树种（如山毛榉或是千金榆）来说，它们在自己原生林的家乡已经很习惯长时间的休息等待了。

同一树种间不同的性格，也会在修剪树篱时看得出来。初秋时节，请特别注意树叶开始变色或是落叶的时刻：情况完全跟生长在原生森林内的大树一样，在花园中的树篱树丛，树木落叶时也会分成小心谨慎的胆小鬼或勇敢豪放的冒险家等不同个性。

关于何时修剪树篱，众说纷纭。若从这些小矮树的角度来看，只有一个适当的修剪时刻：那就是夏天。因为盛夏时，这些小不点能马上着手自理伤处并修护愈合。八月中旬起特别适合修枝，因这时繁殖鸟类（译注：繁殖鸟是指在当地繁殖的鸟类，跟候鸟是相对的）已飞出树篱。

若有一天你愿意给树篱中的其中一棵树木长大的机会，心动不如马上行动！因为它跟地上部比起来，有着经过多年等待生长大得不成比例的根系，可以使得你选中的那棵树非常快速地向生长，长成一棵健壮的大树。

果树的修剪

每年一到秋天，德国的社区业余大学（Volkhochschule）及果园协会（Streuobstverein）都会开设果树修剪课程，而我们之所以要修习修剪方法，是为了要达到维持果树健康及增加收获量的目的。然而“树木每年都结实累累就代表这棵果树健康”的说法正确吗？首先，这个假设似乎违反大自然定律。其实野生的果树品种每三至五年才会开一次花，只有少许树木会出现例外，这是出于一个很好的理由：因果树每一回开花结果都代表着需要消耗大量的能量，以致树枝及树叶用以生长与抵抗病害的能量短缺。树木只有在感到对自己的健康有疑虑的状况下，才会不顾生命安全做最后一搏，以缩短开花间隔的方法，赶紧再次接续繁殖，进行传宗接代。这也是为什么当空气污染对森林带来破坏时，反而引发森林植物不断开花的效应。

“果树经人工修剪后，就变得虚弱无力吗？”要回答这个问题并不容易，需要依果树苗培植的情况而定。之前提过，如果这棵果树是所谓的人工嫁接果树，就是把想要嫁接品种的小树枝插在一株陌生的树干（砧木）上的人工果树，那么这种异体枝条（接穗）长在砧木上的结合生长不如正常的树

木，而是比较像长在树冠上的树枝。嫁接的树枝只会分叉生长，往这边或那边生长，之后的几十年内也只会往上长几米。同时，这些生长在树冠内部的嫁接树枝若被外围树枝的阴影遮蔽，很容易变得光秃秃，最后干枯而死，这就是嫁接学所称的早期落叶。在这之后，一棵行为放纵的嫁接果树跟野生种没什么两样，它的枝条开始到处乱长，直到有一天接穗和砧木的嫁接处发出砰的一声：整个树冠从被强行连接的地方断成两截。虽然并不是每棵嫁接的果树都会发生树冠断头的状况，但是被强迫的双方越不和谐，枝干相互间的连接生长也愈渐疏离，就越容易出这种乱子。

尽管嫁接果树无法避免地有以上所述的问题，但修剪果树最重要的目的就是在这种先天条件下让树冠可以和谐稳定地生长。过度繁茂生长的枝干必须被剪除。这样一来，树冠的重量会变得较轻，也可以让光线进入树冠内部，让所有的嫁接枝条都得到足够的光线，不会凋落死亡。

除了减轻树木的重量，使树木的外观看来更加优美外，果树需要修枝的另一个原因，是人类觉得这样比较好看。

果树的整体外观造型也跟产量增加有关系。因为垂直往上长的树枝无法形成花苞、开花结果，所以人类只对横向生长并且较短的树枝有兴趣。那些喜欢吃水果却没有耐心的人，

总喜欢找些用具挂在陡直的枝条上，以便果树能往旁侧水平伸展以助提早开花。一个更极端改变果树枝条生长的种植方式是棚式果树或墙式果树，这些长在墙边或是棚架上的果树看起来比较像葡萄藤，而不像一棵树木，但因为这种方式种植的果树结实丰硕，采收容易，所以长相在这种情况下也不是那么重要了。

再次回到先前的问题：定期地修剪树枝对果树有益吗？假如果树能说话，答案相当肯定：毫无益处！修剪措施虽降低了整棵树木四分五裂的风险，但仔细考虑所有的因素，我想大部分的果树未经人工帮助的修剪也能长得好。但要是树冠内部的树枝光秃，苹果树或梨子树的果实因悬在外围导致摘收困难，或若是果树每三年只结果一次时，你还愿意把果树栽种在花园里吗？修剪树枝虽能预防一些人类不希望看到的现象，然而这一切都只是为了人类自己着想，果树反过来让人类帮助它们达到繁衍扩张的目的，这就是苹果树和其他果树抢占一席之地所要付出的代价，因为这样一来，它们在人类想要种的树木名单上永远都排在前几名。

活生生的柱子

还有什么比躺在花园树荫下的吊床上更能享受盛夏之美呢？当然在躺下享乐之前，我们经常会问：吊床能固定绑在花园的某一个地方吗？而我们并不希望把吊床绑在水泥桩柱，因为当我们不再需要水泥柱时，想要清除它们是相当棘手的。

因此找两棵距离适当的树木固定吊床，享受日光并仰望苍绿树冠，当然是较实际又省事的行动。但请注意，就算你的体重不是重量级，也会对树干带来严重的负荷。不过也请放心，树木并不会因为挂上吊床而倾倒，因为树根原本就能承受在温带气旋吹袭下好几吨重的拉力，所以挂上吊床它还是可以承受的。只是请别会错意，在此主要指的是树皮可能被吊床绳子磨伤，进而挤压到树干里脆弱易受伤的形成层，受挤压的伤口可能因为潮湿而带来腐朽的问题。

把树木挂上吊床当柱子使用时，应先估测树干撑不撑得住。当你躺在吊床上时，树干绝对不能发生倾斜，即使只倾斜一两厘米也不行。其次要注意一下树皮，光滑的树皮代表树干太单薄，吊床的绳子会将树皮割伤并伤及形成层。反之，

若树皮粗糙又有裂痕，则表示树干能够承受比较大的压力。较粗糙厚皮的树木可以用，但不一定需要使用绷带保护，不过树皮单薄的树木就一定要用绷带。准备一条用来固定货物以提高载货安全的尼龙绷带，把绷带环绕树干绑几圈并打结固定，有助于拴紧并固定吊床，又可将压力分散到比较宽大的受力面积上。夏天过后要把绷带解开，待来春时再度绑好使用，免得带子固定在树干上后，却因树干加宽长粗，使绷带生长进木头里。

在树木上绑系秋千的处理方式如上所述。在一根稳固且水平生长的树干上找到可以锁吊环螺丝的地方，量好适当的距离后把绷带绕上几圈，然后再装上固定秋千的吊环。这样的好处在于用来固定秋千的枝干能持久耐撑，可长期使用，以免某天某个疯狂的秋千玩家出于好玩心态狂荡测试而使枝条断裂。

这种方法也适用于任何固定于树上的物件，例如丛林绳索探险公园或是树冠步道。这些休闲娱乐设施如雨后春笋般冒出来，使得人们有机会鸟瞰森林。即使这些设施很有教育意义，铺设的方式却常常很不专业。粗大的铁索有时是用一个金属固定管夹直接锁在树干上的，或者大部分情况下，只是在铁索与树干间围一圈木条当缓冲以保护树皮，这两种做法都会让树木受摩擦挤压而受伤，因为硬邦邦的金属管夹或

木条圈永远不会平平地服帖在树皮上，而是会使树皮受力非常不均匀。

除此之外，不是所有的业者装设攀爬设施后，会随时依树干慢慢变粗的情况而调整木条圈的大小。这种丛林绳索探险公园要是设在山毛榉林，更是轻率不负责任，因为这种树皮平滑的树种对一直受伤好不了而潮湿的伤口非常敏感。可惜大部分丛林绳索探索公园的装设都非常不专业又马虎，使得架设区的森林严重受损。10 年、20 年后，流行风潮一过，留下的只是伤痕累累的树木。因此，在游乐园里，也应使用织带固定攀爬设备，因为织带柔软、服帖地绕在树干上，可以使环绕树干的压力能够均匀分配，只需每年松绑一下织带，即可防止织带被树干包入的情况。

屋前的大树

如果住宅前有棵参天的古树，能让人真正有罗曼蒂克的

感觉，老树不仅叶浓蔽日又能消暑，松鼠穿梭枝间，使颤动的枝丫吟唱出平静安详的旋律，慰劳人们整天工作的辛劳。就像我们的林务局宿舍被老桦树、老松树与各种果树环围紧绕，我已经跟它们形影不离。但是在3年前，我必须与其中的一棵老树告别：一棵巨大的老花旗松。

在我之前，曾住在这个宿舍的同事就和其他的花园园主一样，犯了典型的错误。当初开始栽种花旗松时，他没注意到树木未来可能长成大树的最大身高。花旗松被栽种在只离屋舍4米远的地方，等到60年后，巨大的粗干高耸在屋顶之上，每年落下的针叶不计其数。针叶阻塞了屋顶的排水管，使得屋顶一下雨就积满水，遮躲在树荫下的屋瓦砖也长出青苔，结果就是我们必须执行清扫屋檐的麻烦事。

另外，老树不间断地生长，树根生长需要的空间也越来越多，使得门前入口阶梯处凸隆翘起。其实，强风才是屋前大树是否危险的决定性因素，若温带气旋吹来，将树冠吹弯甚至断裂，就有可能落在我女儿房间的屋顶上，损坏她的小天地。因此留下花旗松已毫无用处，必须将它移除。还好我们运气好，住家坐落处离道路还有50米远，让我们有足够空间可以一次性砍倒整棵树木。当树木倒下时，树梢顶端离我们自家用地的边界只有几厘米远。

在小面积区域砍树一定要分段、分块地砍伐，才可避免打到住家围墙与邻居住所，只是砍树的工作会变得费力麻烦。若请来伐木专业公司服务，他们开价昂贵也所费不赀。

为预先避免树木伤到地基、房子这类的麻烦事，我们需注意树木的栽种地点，并留意树冠上粗大枝干及高矗远伸的枝条不会长到碰触到屋子。有时就算树木已经离住宅一段距离，仍旧可能发生某些粗大的侧根往围墙边缘伸展逼进。如果围墙是以水泥完固铺盖，墙面接合坚固，应该不会发生任何事故。只是有些老屋的围墙由未经处理的天然石块砌成，又缺乏水泥补强，树根很容易钻生并挤压破坏墙面的石块而使墙面分裂。

树根，这种有固着能力的器官真是不可思议，令人难以相信！它们是如何做到无处不钻，挤破地下管道的？竟能突破废水排管的密封保护环，然后肆意地伸进黑暗的下水道扩展生长。在水管里生长的树根会过滤拦截体积较大的杂物，直到管道阻塞。过去几十年，许多树木随意地被种在废水管或天然气管附近，让许多专家反对的声浪愈来愈大。据专家估算，全德地区光为整治无孔不入树根造成的破坏，就要耗费 500 亿欧元。

特别在一些城市里，这种欠缺考量的行为是有其历史背

景因素的。因为过去的下水道与其他管道被共同铺设在道路中间的地底下，行道树却是整齐矗立在车道两边。“二次大战”后，因考量成本，新增的管道被铺设在人行道下方，这个原本历年来是种植行道树的位置。因为树木需要几十年才会长大发展根系，所以这个树根侵入管道的问题几十年后才会越来越严重。树根阻塞管道还不是造成损害的唯一问题，它甚至会使管道破裂，因为树根的特性就是会缠住石头，以增加抓地力而稳稳地站着。对树木来说，若没有石头，公共设施的管道也是不错的代替品。当温带气旋吹袭，树冠被振动，树木不停被风吹动摇晃，必须靠根系的固着力抵挡强风。此时树木受风吹袭的根株负荷和根系总承载抗力会超过 100 吨，若树木靠抓牢管道支撑，就很容易造成管道破裂。可想而知，当初主事人员铺设管道时，绝对没有考量管道设备需要具备如此强大的负载力。

万一因树木造成管道损坏，就要难以避免麻烦地进行挖掘与修理工作。为安全起见，屋主都希望将可能会做恶多端的树木砍除。若正巧有好几棵“问题”树木，一次要砍掉这么多棵树木，真让人感到很可惜。或许有办法可以避免全部砍除，我们可以试着花费 200 欧元，把从破裂管路中取得的根部取样寄至弗莱堡大学（全称为阿尔伯特—路德维希—弗莱堡大学，Albrecht-Ludwig-Universität in Freiburg）化

验判断，先找出是哪一类树木的树根造成破坏。

所以当你的花园面积不大时，一定要注意植栽应保持适当的距离，或是干脆选择种植矮种的树木。要是现状来不及改变，一棵老树已临屋矗立，就不该只是放马后炮一味责怪，而是面对现实，仔细慎重地观察一下树况。你要注意的是住宅墙面上的小裂痕、附近地上的隆凸，或是地下室的湿度。只要这些不好的迹象都未出现，或许这棵树木还能与你和平相处，不会硬钻到你屋子的地基里。但是一旦显示出任何树木侵入屋子的征兆，就应该立刻将树木移除。不过，砍树的时机可以拖延一下，例如你可以剪去大部分的枝叶，因为一旦庞大的根系无法获得足够的养料，根系便会停止快速扩张，甚至还有部分会被迫停工。但接下来会是什么景象？树冠被剪得残破不堪，真菌趁机而入，大举迁入进驻这棵巨无霸。应用这种强势剪的方法，最多可以让问题树木延迟砍伐十年至二十年。

对待树木更糟糕的方法是修剪树根，但这种方法常被应用于处理道路旁的树木。修复树根与修复残枝伤口的原理相同：如果树根伤口的直径超过 5 厘米，真菌会快速地入侵根部，使树木免不了一死。但跟修剪树冠相比，若是修剪根部，花园主人甚至没有办法预知树木的稳定性，所以你千万不要冒着树木会倒在屋顶上的风险去修剪树根。

培植接班人

当人们必须与一棵陪伴多年的老树分离，心情一定是有如刀割。之后补种的树苗，也不知要历时多久才能长成大树、替补老树的缺空。这就是很多花园主人很难下决心砍掉已经造成很多麻烦的树木的原因。

有一个方法可以减缓这种困扰：你就按原始林的游戏规则来玩，模仿树木在大自然中演替的情况。大部分的树木都需要母树保护，从而度过无忧无虑的童年时光。有什么是比把接班人直接种在它前辈下，还更接近树木天然演替的状态呢？若你是因为老树离房子太近打算砍除它，你种它的接班人时，最合理的做法当然是把它种在离住宅远一点的地方。除此之外，你应该选不会带来很多麻烦的树种作为接班人，比如在云杉之下种一棵山毛榉来替换，或是考虑之前砍树的理由是因树木长得太高，这时就可以挑娇小的花楸树来接班。长在花园里的花楸树只能长到约 15 米，不超过一般果树的高度，它还能开出小白花，结出许许多多（相当有益健康）

的小红梅。

在老树树荫下也特别适合栽种所谓的晚熟型树种，即适宜种在原生林的树种。例如我们若在桦树下种了山毛榉，就是给年轻的山毛榉一个如在原生林一样长大的机会，因为在花园里生长的桦树，不会超过两三百岁。山毛榉在桦树奶妈的照料下快乐而缓慢地生长，与生活在天然野生环境中没有两样。20年后，姿态纤瘦的山毛榉才长了5米。到了有一天某棵高大的桦树老去，等待生长时机中的山毛榉就可以立刻抽长，赶紧占据空缺。

当然上面的方法并不适用于所有的树种，特别是蔷薇科属。它们属于早熟型的树种（花楸树、樱桃树及其他的果树），早已被大自然训练得完全不需要父母的照料。若生在云杉或冷杉下，对它们可能太过阴暗；但若生在桦树或橡树下，会有足够的阳光透过树冠落下，可以将早熟型树种当接班人种于其下。至于属独行侠的果树，个性非常强势，所以它们在同一地点生长的下一代，通常不会优于它的前辈。基于这个理由，我们最好不要在原来已经种过苹果树的同一地点，再次栽种新一代的苹果树。

中乐透

长在花园里的树木在很多方面都受到限制，像经常被修剪的篱树，是最有代表性的例子。身为园主的你，如果禁锢了树木自由生长，读了本书后，你不需要急着有罪恶感，先容我说明关于树木如何权衡风险与报酬标准。

树木每年能产生几千个（例如果树）到 2000 万个（例如杨树）种子。为了继续繁衍和维持一定的占有率，树木只要在生命历程中有一棵幼苗存活并长成大树就心满意足了。大部分剩余的种子会沦落到动物的肚子里或再次成为腐殖质。

让我们来玩一场动动脑游戏：把每年树木种子的产量乘以相对应树种的平均寿限，所得到的结果恰好可以和种子变成大树的概率互相呼应（译注：意指若是一棵种子变成大树的概率是一比四，那这棵树木一生就会至少产生四颗种子），因为每一棵树木从概率上来看，基本上只需要一个接班人，所以树木只要在这一生结出可以让种子有一天能变成大树的数量即可。杨树的概率在一比十亿，山毛榉是一比一百七十万，苹果树概率比较高，毕竟还有一比三十万。所以对大部分树种的幼苗来说，有一天能够长成大树，概率跟我们人

类中乐透头奖是一样的。

在你家花园大树上所结的种子，若是长在野生的天然环境中，很有可能被腐朽，或被有兴趣的动物饕客吞食消化。当你在花园里为小树提供一块小天地时，你正是那位让小树苗赢得乐透头彩的仙子。幼树能在花园里生长，就算只得到一个在篱树里的栖身之地，也是在你的批准下，使它成为树木中的胜利者。而在大自然中，并不是每颗种子都能获得乐透大奖！

铜钉传奇

历年来，在民间已流传许多与树木有关的传奇故事。其中一个传说与种在邻居家的树木有关。不管是树枝伸长超越篱笆，枝荫遮了花圃的日光，还是树叶被秋风吹过界，总之，邻居家的树木真是让人感到万分困扰！经过双方的沟通，把树枝或树干砍除，或是对邻居给予警告，都毫无作用。通常，

在这种情况下，我们就会去社会秩序整顿局（Ordnungsamt）报告。假若还是没找到满意的处理规范，那就只好诉诸法律，而这种告上公堂的处理方式，对许多人来说太耗费工夫。你根本无法相信，我曾被多少次问到要如何秘密地把一棵树处理掉。行文至此，我们终于提到了著名的“铜钉传奇”——偷偷将几根铜钉钉在邻居家树干上比较隐密的地方，然后树木过界的问题就会迎刃而解，因为树木对铜金属相当敏感。

1976 年，霍恩海姆大学（Hohenheim Universität）就开始研究不同树种对铜钉的反应，结论是：就算有铜钉，树木们也会继续快活生长。固然树木非常不喜欢铜钉的存在，直到死也无法容忍铜钉，但它把铜钉当成外来异物，铜钉附近的组织会将其包覆与树木隔离，这样一来，会使铜钉无法发挥效用，铜金属也不会再继续进入树木的水分运输中。

第二个传奇误解也与钉子有关。你的花园里有人工鸟巢吗？如果有，那么你安装它时一定會在装置说明里读到需要使用铝钉把鸟巢木屋固定在树干上的做法，就连许多自然保护协会也是建议按这种方式装钉。如果你真的相信铝钉对树木的伤害不大，那就是天大的误解。对树木来说，不管是哪种金属，铁、钢、黄铜或是铝，都会有伤害，没有任何差别。而建议使用铝钉固定只是林务工人为了在锯树时保护电锯。总有一天，这些钉子会被增长的树干包入，然后消失到看不

见。过些时日，林务工人砍树时，电锯正好切割到埋伏在树干里的铝钉，比起其他材质，铝钉质地较软，不会损及电锯链。若是换了钢钉，将造成锯条严重损坏，甚至无法使用。其实花园里的果树被砍后，通常不会被送到锯木厂当作原料；但如果你想要把花园里的树木砍下来当材烧，用前述的铝钉应是比较好的选择。

第三个传奇与树木的螺旋状生长有关。意思就是木质纤维环绕树干、螺旋往上生长，因此树皮上呈现出螺旋纹理，最严重的情况是整个树干看起来像是用手拧过的毛巾一样。这个螺旋纹理在老一点的树木身上才看得出来，因为每年年轮增长，会使木质纤维偏离旋转的角度更明显。

据说具螺旋纹理的树木是因为它生长在地下水脉（Wasseradern）上面，或是受到地气的影响，这个传言的由来可能是因为在森林里具有螺旋纹理的树干比较少见。

树干上螺旋生长的木质纤维有些类似弹簧的功能，有这种纹理的树木韧度较高也耐强风，不会因劲风吹袭而倒下。树木的木质纤维若呈垂直走势，从下往上笔直地生长，在暴风来临时，这类树种通常最先遭殃，会被强风拦腰折断。这也难怪历经几百万年的演化后，具有螺旋纹理树干的树木仍然亘古长存。



具有螺旋纹理的树干可以站得更好、更稳。

以前，人类就喜欢将树干裁切成板材（译注：整条树干直接裁切而成的长方形木板片）：若是用螺旋纹理的树干切割成木板，加工烘干时，板片会因而旋转扭曲，无法制材。长久以来，林业人员都把这种木材归为次级材料，它们已历

经好几世代在疏伐育林作业中被砍除，造成具螺旋纹理性状的树木无法繁殖。随着时间推移，这些生长不良且不受欢迎的树木慢慢地被砍光除尽，让位给砍下后非常适合制材、树干笔直的树木，于是不知不觉地，树木逐渐失去了可以增加稳定性的螺旋纹理性状。

住在花园里的树木与人工林比较，树木的外形相对不太重要。仔细观察老果树与其他在花园或公园里的树木，以红花马栗树为例：因过去这个树种从未被木材工业经过人择淘汰具螺旋纹理的个体，所以它们大部分都还保存着螺旋纹理的特征。

总之，其实没有任何的蛛丝马迹显示，树干螺旋状生长的原因与地气或水脉有任何关联，这纯粹只是树木与生俱来的另一种生长方式。

接触生长的神迹

德国黑森林林区（Schwarzwald）有一棵根深叶茂且巨大的老山毛榉，它被一圈大石块围绕着，前面还放了几张长椅子，用来给前来驻足逗留的游人小憩。每年有不少游客来到巨木前，他们中的大多数人并不是来仰慕山毛榉巨大的身躯，而是为树木中的一座天主教神像而来，这个神像头部以下整个身躯（因树干长粗）已完全因接触生长藏入树干里。神像大约是在 100 年前被固定绑在树上的，然后任由神像和大树自生自灭，托付给大自然主宰而长入树干里。

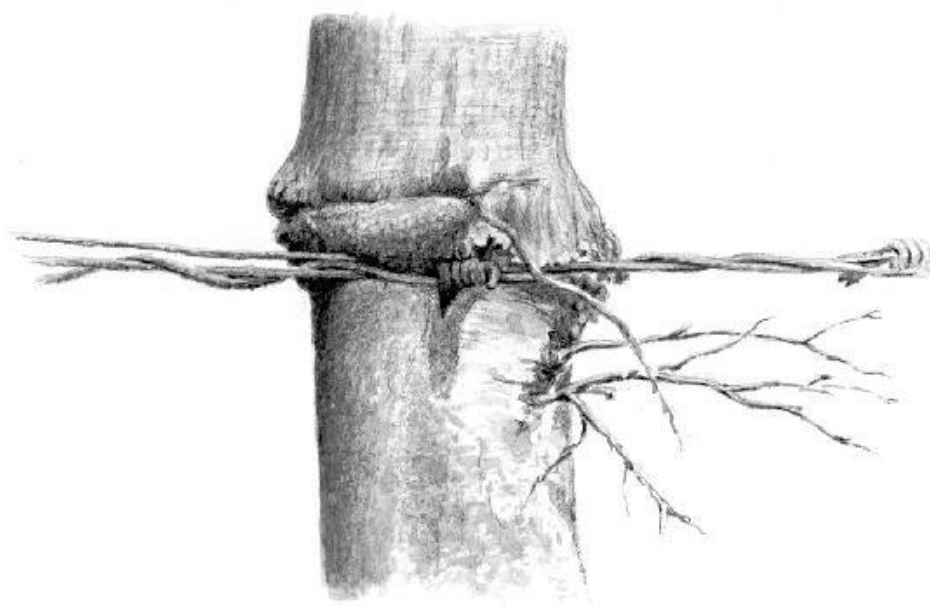
这个神像被称作巴兹勒天神（Balzer Herrgott）。人们为了保护神像，会定期地清除树木为了包覆神像所生长的木质部，所以随着时间推移，神像头部的树干缺口处慢慢形成了一个心形。位于心形木头里的神像，是不是很容易让人产生天显神迹的感觉呢？

另一个接触生长的例子：我家花园的前主人，之前也是林务员，他把一根晾衣绳绑在园中的桦树上，之后就再没理会它。结果若干年后，晾衣绳及绳结被树干包覆，消失不见，只剩下一小段绳头露在树干外面，树皮上只呈现出一条线痕，我们从树干上看不出有何异状。难道这样的接触生长也算是神迹，而让人感动落泪吗？

现在让我们来看看这样的接触生长对树木有何冲击。树

木只能固定而立，不能前进移动。这样听起来好像没什么，但对树木却有很大的影响：若在树木的一生中，我们在它身旁架立某个固定不能移动的物体，树木则没办法自行躲避。更糟糕的是，当树干不停地增粗，终有一天会碰撞到障碍物而又不能因此停止生长，所以树皮里脆弱的形成层将不停地被迫相互挤压。我们可以想象这对树木来说是多么疼痛！当树木被小昆虫螫刺，会启动防御做出反应；木材上小小的裂缝也会让整棵树木动员起来增加树干的稳定性；所以因异物使得树皮被迫互相挤压，对树木造成的痛苦至少跟以上两种情形一样强烈。

面对这种情形，树木能做的只有持续长粗，使接触位置周围被挤压的形成层快速进行细胞分裂，以包覆异物继续正常生长。如果障碍物体积不大，木质组织会将异物包覆起来，因为树木的目的就是再度恢复圆柱的树干形状。问题在于，原本可以笔直顺畅生长的木质纤维因为异物而被中断了，树干这个部位未来都将是它力学结构上的弱点，随时都有断裂的可能，一直要等到整个异物被完全包覆纳入，树干易折的风险才渐渐消除。



特别狠心残忍的做法是直接把铁丝线接绑钉牢在树上。

在森林与田野界线不分明的乡间地区，我们经常可以看到人类对树木做出特别随便又残忍的事情：人们为了省去装设木篱笆，干脆直接将铁丝线绑在分隔地界的树木上。每次见到这种情形，都让我感到非常悲伤与气愤，因为对树木来说，被刺伤的伤口永远无法愈合。虽然树木可以将铁丝线从纵向上完全包覆，但并不代表此事就到此结束。树木被铁丝线向左向右横切的切口会无止境地拉长延展，要树木如何能够完全包覆伤口、加粗干身？它想结束伤痛回归正常根本不可能！

Chapter 20: 生病的苦恼

如何拯救一棵树



树木通常处在能量平衡的状态，
有一部分的能量用来生长与繁殖，
其他的能量被分配用来抵抗疾病。

想要细数或是描述一下关于树木的病症，资料多到需要整个图书馆存放。因为导致这个植物巨人失衡的要素，通常不是只有一种病原体、一种昆虫，或是一种真菌。科学家称其为一种综合并发征 (Komplexkrankheit)，用德文来解释这个词，只有一个意思，即“对此，我们是一知半解！”所以人类根本没有任何方法来保护照料树木。不过我们仍旧可以探讨一下树木生病的情况，这对我们没有坏处。

树木通常处在能量平衡的状态，它有一部分能量用来生长与繁殖，其他的能量则被用来抵抗疾病。你可能在无意中让树木偏离了这个平衡：比如你为了让某棵树木长得更好，移除了它的竞争对手，或是供给它额外的养分、肥料，因此

树木便投注过多的能量再一次地抽高生长（或是一次繁花盛开），但相对地也减少了抵抗受病感染的储备能量。原本出于善意帮忙的做法，这下可能弄巧成拙，反而削弱了树木的力量。因此，我建议你还是小心谨慎地改变做法。比较适当的做法是要尽量适量均匀地施肥，或是想要移除你想保留那棵树的竞争对手时，可以先砍除附近的一棵树木，或是只修剪一下竞争对手的枝条。

缺水的问题

口渴当然不是一种疾病，但是一棵树木会因为得不到需要的水分而变得虚弱，若接着又被有害生物侵入感染，缺水就算是一种疾病。我们都能看出对每棵树木来说，缺水是非常严重的问题。

各地的降雨量总和与树木所吸收到的水分并不是相等的：你曾在下雨时站在树下吗？你通常必须在树下等一阵子，

雨水才会透过树冠盖顶的密叶，三三两两地滴下。所以在雨水没有滴下来之前，之前的降雨对树木来说，毫无助益。因为大部分的雨水会停留在树叶上，随着再次露脸的阳光蒸发消散。

只有在雨下个不停，或是大雨倾泻而下时，雨水才能川流入土。这时，生长在树木下茂盛的草本植物将捷足先登，最先从雨水得到足够的灌溉，然后剩下的多余水分最后才会渗湿土壤。这种截留（Interzeption）〔译注：指树木对雨水（或是下雪）的水分截留数量，是探讨降水经过树冠后水分再分布的重要数据，可以从穿落水、干流水及树冠截留水量估算雨水截留损失（Interzeptionsverlust）的水量，对水利与水的周期循环影响很大〕所造成的水分流失，最多能超过总雨水量的 40%。有些树种如山毛榉，为了将剩余且未被截留的水分导引到树根，必须依靠树冠上角度向树干倾斜的枝干，引导雨水沿着树干往下导流。有时候会发生水量汹涌，雨水如瀑布喷流灌注，直泻树干根株的情况，使树下积水还有水滩上满是泡泡。

夏天的降雨量经常不够树木解渴，也就是说它需要消耗那些在冬天储藏起来（因为冬眠，所以树木没有消耗水分）以备不时之需的水分。就算如此，如果水分还是不足，树木会怎么办呢？

树木具有非常优异的水分收支管理（Wassermanagement）能力，这点比草本植物更厉害。相对于被夏日艳阳晒得快要干枯的花园与温带草原，树木能借由紧急关闭叶子上的气孔调节水分蒸发，保留绿叶。可是如果热浪久久不散，树木就必须采取更严苛的措施：一部分的叶子就要被扔掉。树木遭受强烈干旱期的干渴之苦，树叶只好纷纷落下。我们能从以下叙述的症状看出落叶现象是因干旱，并非是树木生病所造成：落下的叶子只有一部分被染黄（明显少于一半的叶面），而留在树枝上的叶子仍保有完整的绿色。虽然黄色的叶子会落下，但只要雨一来，树木就随即停止落叶。这与在夏天结尾的情况不同，那时，树木是因为生产储存了足够的糖液，树叶熟黄是为了收拾行囊准备好过冬，才抛落所有的叶子（这当然不会在八月底前发生）。

树木紧急落叶必然会削弱整体力量（当年树木的年轮也会因此比较细），这个夏天剩下的日子里只有更少的太阳能电池（Solarzellen）（译注：指的是树叶）能够提供服务。不过，终究树木还是撑过干旱期活下来了。

树木会经岁月累积学习如何适当地管控水分。研究已证实，跟那些养尊处优的树木相比，常常要经历干旱的树木在水分调节上节省很多。因此当干旱来临时，生长在水分总是充沛地区的树木也是最先凋零干枯而死。相反的，耐旱树木

因节约用水能忍受经年累月的干旱期，干旱过后还是身强体壮、毫发无伤。浪费型的树种有时为了保命也会留下标记，特别是那些需水量特多的树种；树干常在干旱阶段形成好几米长的撕裂伤口，看起来像是被雷击形成的裂纹，事实上，这是为过去的粗心疏忽、不擅长管理水分所付出的代价。

树液输送中断

树木中的物流运输绵延不绝：当水分与矿物质从木质部（只有在年轮的最外圈，内圈年轮已经停工）从下往上输送至树冠时，糖液与其他美味佳肴会从树叶经树皮内层向下往树根运输，因为住在地下室的树根与真菌也需要营养照料。所以被环切的树木通常在几年后才会死亡，因为在树木中，水分和养分输送是分开的。我们在第八章中提到，环切指的是将树木环状剥皮，这种做法并没有如你所料会切断树叶的水分供应，因为水分可继续从木质部向上运输，根系才是会

被环切影响的部分，如果树根没有办法得到营养，只能一直吸收之前存在根部的养分苦苦支撑。若是有两棵在附近同树种的树木变成了好友，另一棵树木可能还可以帮受伤的树木一把。受伤的树木需要几个月的时间把环切的伤口重新修补连接，在这段期间，它的好友可以透过根系连接生长，以供给它所缺乏的营养。

有时树液输送会受到干扰，而出现这种情况大多数是因为动物入侵或真菌感染。我们可以根据以下迹象判断：若从树皮处渗出汁液，不管水分或是树脂，都表示树木已经生病或受伤。基本上，没有一棵树木愿意“交出”任何光合作用后的产物，许多昆虫恨不得只靠这种含糖的果汁过活！只是很可惜，虫儿常被树皮里的防卫物质挡了去路。不少针叶树用树脂灌入捣乱者为入侵而钻开的孔道，活活淹死它们。

对于已经残弱的树木来说，用树脂防御外敌有点力不从心。小蠹虫一旦得逞，进入树皮内部，接着就会发出气味信号传给其他小蠹虫。随后，几百只成群结队的小蠹虫饕客会飞来享受盛宴，敲响病木的丧钟。

我们在针叶树上可以很容易看出，树木抵御病虫害入侵是否成功：当树皮上布满树脂滴液，表示树木已成功地用树脂淹死入侵者。相反的，若树皮上有清晰可见、约几厘米大

的微小孔洞，并且树皮上不断落下被虫蛀食的钻屑树粉，表示这棵树有 95% 的概率已被判死刑。

生病的叶子

整棵树木带着蓊蓊郁郁的树冠其实并不常见——因为只要生物能到达树冠的高度，就会待在上面大啖树叶大餐。这些生物中，除了草原上放牧的牛群或是欧洲马鹿（Hirschen）能啃食离地面最高 2 米的树叶以外，只有老练的爬树或是飞行专家，才有办法登上树冠用餐。因此大多数在树冠觅食维生的动物都是一些昆虫，其中引人注目的是瘿蜂科的昆虫，它们的幼虫刺激叶子周围的组织生长，形成美丽的圆形或是水滴状的虫瘿，靠着虫瘿的保护，幼虫在里面大吃树叶组织并在瘿中化蛹。蚊子或瘿蜂是典型的虫瘿始作俑者，它们大部分时间都在叶子里度过。瘿螨却是天生的艺术家，常躲在叶子上的小红色疙瘩里。这时我们不禁要问，

树木的生长会因此受阻吗？完全不会。树木会持续健康地生长，丝毫不受这些不速之客的影响。

让树木感到比较苦恼的是爱挖路径的煤矿工人型昆虫。它们的幼虫通常微小又扁平，喜欢潜伏在树叶内部啃食出一个洞穴系统，让树木失去一大片能进行光合作用的树叶。七叶树潜蛾（Kastanienminiermotte）是其中的典型代表，它们很有可能是从亚洲被进口到欧洲。饥饿的噬食者虽无法损害健康强壮的七叶树，但七叶树已遭受蛾害，被削弱了免疫力与抗病力。

橡树卷叶蛾（Eichenwickler）对待树木更加粗野。它的名字中虽然有橡树字样，但这种卷叶蛾类除找橡树麻烦外，也会找上其他树种。有时卷叶蛾产下大量虫卵，孵出的幼虫会把整个树林啃个精光。上百万只虫儿落下的排泄物如毛毛细雨般发出沙沙声响，令人倒尽胃口，卷叶蛾会使整个受灾林区在六月天时，看起来光秃如冬日寒林。不过树木会再次崭露生机、冒叶出枝，不会因卷叶蛾受到永久的伤害。只是若我们将此树制材切片时，可以由特别细的年轮看出这一区的树木曾集体遭受到严重的虫害。

当你看到所有的树叶或针叶同时枯萎凋谢，表示树木已走到生命的尽头。不管是不是真菌或是昆虫等坏蛋做的坏事，

叶子枯萎则表示树木在很明白地告诉我们，它的所有器官组织已败坏崩溃。

枯枝

树木会一年又一年长高并长出新枝干，自然会遮住树干下方老枝干的光线。所以，树冠下方的树枝掉落死去是必经的正常过程。若树冠上方有枝干死去，表示树木的健康状况处于一级警报的状态。因为树冠区是树木最生机蓬勃的区域，枝丫在这里旺盛生长。树木在健康的状态下，树冠下面最年长粗大的（因为这个树枝已经生长好几年了）枝干会先枯萎死去，生病的树木却是树冠上方最细小的分枝先凋萎，直到粗大树枝上所有的小枝都凋落后，这枝粗大的树枝才会接着枯萎死去。所以若在树冠处看到挂着的粗大枯枝，则表明树木生病已经不是一两天了。

尤其是阔叶树种生病虚弱时，经常看得出上层树冠的生

长退化，长在最高处的树枝渐渐地枯萎死去，当下一波温带气旋来时，枯萎的细枝会被风雨打落，树木的身高虽然比以前稍微矮些，但整棵树木看起来康健如常。然而，这是假象。事实上，在接下来的几年中，枝丫消退的剧目会不停地上演：树冠高处的树枝会不断枯槁而死，并被冬季的温带气旋打落。如此历经几十载，树梢顶处一直往下降，直到树冠的大小与它的树干和树根不成比例，以致树木总是感到饥肠辘辘，处于饥饿状态。

造成树冠上树枝渐渐死去的原因有很多，如果花园里的树木有此病征，原因通常都藏在土里。我们只要回顾一下这块地在变成住宅前的土地利用历史，就可以知道是什么原因让树木生病：以前这里是不是盖过房子？人们把拆除房子后的残砖碎瓦是留在原地用泥土覆盖起来了吗？一旦树根长到触及土壤中的瓦砾层，树木必将饱受惊吓之苦。因为当树根每遇有害物质、洞穴，或是水泥碎块，经三番两次不断的尝试却无法好好地生长根系时，树冠也会跟位居地下室的树根一样受到惊吓，便会生长退化、高度降低。

上层树枝枯死最常见的肇因是空气污染。但矛盾的是，长在空气清净区里的树木也会受害。其原因是街上产生的汽车废气中含有大量的氮氧化物，氮氧化物接受阳光紫外线的照射后，分裂成有毒的臭氧气体，这些臭氧又与汽车其他废

气互相反应。所以在受到汽车废气污染的地区，这些有害物质不会对树木造成危害。但这些有害气体若随风飘散到乡间田野，由于汽车废气分解形成的臭氧能在空气特别新鲜的地区滞留数日之久，因此损害了在此生长的树叶和脆弱得像是侦测臭氧污染天线的树梢。

假如一年内有浓厚臭氧的时间不长，树木还能忍受。只是，特别在晴空万里的盛夏时，臭氧盘桓不散，整棵树木就沐浴在臭氧中，会使得树冠顶端的树枝提早枯萎死去。

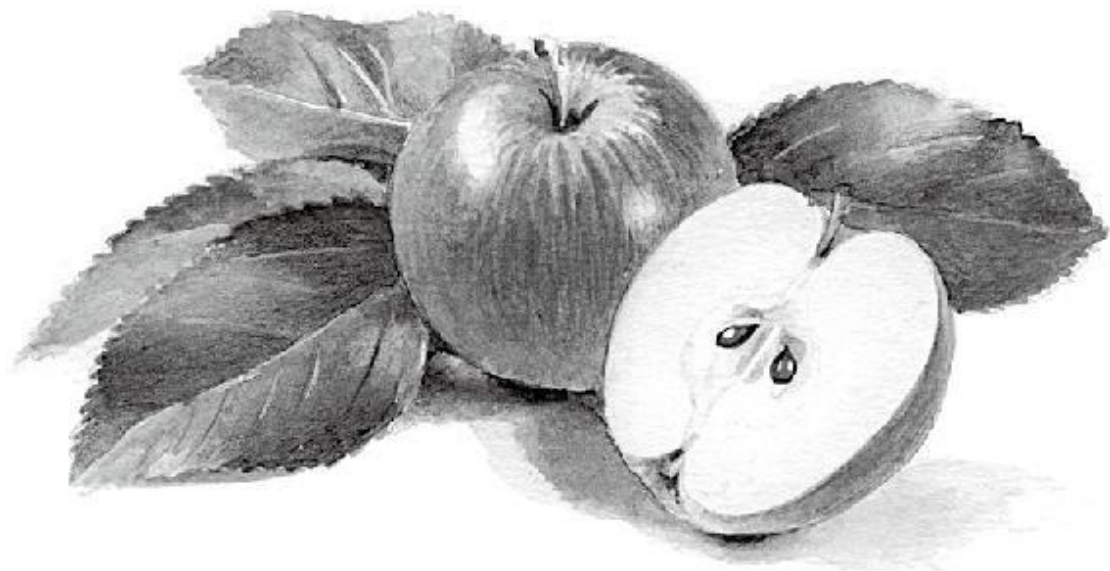
当粗大的树枝突然枯死时，原因只有两个：一是树枝已经断裂（所以树枝当然会很明显地下垂挂在树上），二是树木正与猛烈进攻的感染病菌奋战。

以果树的梨火疫病（译注：为梨树、苹果树等蔷薇科植物最具毁灭性的病害之一，是中国重要的进境检疫对象。梨火疫病菌的长距离传播主要靠不同地区间繁殖材料。梨火疫病最早发生在北美洲，随着水果贸易等人为因素传播到世界其他地区，对当地的生物多样性和经济带来极严重的威胁）造成的枯枝为例，这是一种从欧洲以外地区传进来的细菌感染造成的。苹果树或梨树被染病后会渐渐死去，病征是变成咖啡色树叶，挂在卷曲的枝丫上渐趋枯萎。更可怕的是，病菌会快速传染，造成一棵接一棵的果树染病，就算想防治也

无济于事。此时，如果还有办法，只有用通常会被大力批评的手段处理——剪除果树大部分的枝条——还可能有一点治愈的希望。

有些特定的果树品种特别容易染病，有些却似乎能够保持非常好的免疫力。你还记得前面提到的：每一棵果树幼苗都来自同一棵母树，它们都是从同一棵植物身上分出来的插条。若是苹果树比较容易得病，那严格来说，几万棵用苹果树插穗嫁接的树木都很容易受到感染吗？没错，这就是为什么梨火疫病能够感染这么多果树的主因。树木原本有着漫长的繁殖过程，上一代和下一代有着非常大的时间差距，用非常大的性状差异当作它的生存策略。这些特征在人类开始用人工嫁接的方式把一小部分的苹果品种接穗到满山遍野的苹果树上时就消失了。其实这么做的原因是可以理解的，身为买主当然想知道为花园新买的果树结果后，尝起来是什么滋味，产量高不高。不过在人类种植的品种中还好有少数几个品种对梨火疫病有抵抗力，像德国莱茵地区的波欧苹果（Rheinischen Bohnapfel）（译注：德国莱茵地区的波欧苹果，属于德国冬天苹果品种，意思是指苹果成熟于德国的秋天，大部分在十月到十一月，在收成后必须存放两个月才可食用。这个品种在公元 1750 年到 1800 年在莱茵地区被发现，之后被选为德意志联盟的主要苹果品种，至今为德国莱茵兰

一普法兹邦最常见的苹果品种）基本上不会受到任何损害。过去有着基因多样性的野生苹果树和野生梨树经过基因交换重组，产生数十万种不同品种的果树，而今日经过人类嫁接培植的果树，严格说来只剩下几百个不同品种。所以保存品种的多样性变得更为重要，毕竟我们希望未来如果有什么新的天灾疾病，果树还有办法抵抗。所以我想建议大家种植果树时要注意：如果花园够大，尽可能选择栽种各式各样不同的果树。比如所有属于蔷薇科植物（Rosengewächsen）的果实都有果核，它们都会被同样类似的病原感染，因此你要种一些坚果类的核桃树、欧洲栗树（Esskastanien），或是有异国风但又坚实的树木，如巴婆树（Indianerbanane, *Asimina triloba*）等。



果树品种愈缺乏多样性，树木疾病愈容易扩散。

晒伤的树皮

基本上，太阳不会对树木造成任何伤害，对树木来说，毕竟太阳的日光就像你每天的必需品——面包——一样重要。

树木不仅个性稳重、反应时间长，也不爱做任何改变。它们把自己安置在一个适宜居住的地方后，就期望生活环境不要再有任何变化。在以前的原生林内，环境有可能是缓慢没有变化的，然而现今原生林已经相当稀少了。如今不管在何处，无论花园或是森林，到处都是人类经营管理的范围。这种改变并不在树木的预期之中，所以当某天身边的同伴突然被砍伐，树木会十分讶异。花园主人或许深信这种做法可以给予保留下来的树木多一些光线与空间，但这个举动事实上反而会恶化树木的生存环境。此时的树木暴露在人类特意创造的全日照下，被烈日痛苦地折磨着。因为它的皮肤，也

就是树皮，根本无法忍受未过滤紫外线（UV-Strahlung）的直射。树皮被晒伤的后果就跟皮肤苍白如洞螈（Grottenolme）的沙滩度假旅客一样，第一天坐飞机一到目的地，就尽情地在沙滩上做日光浴，到了晚上才发觉全身晒伤烫红，带着红肿刺痛的皮肤，躺在床上无法入眠。

树木跟人相同，也会被太阳晒伤。但是树皮被晒伤时不会变红，我们只能在树皮开始掉落时才能推断它晒伤了。树皮剥落可真是疼痛不堪啊！而且树木跟人类不同，从此一生中它都得承担被晒伤的苦果。因为树皮被晒干剥落，使得脆弱的木材部分暴露在外，这让真菌乐得扑向树干中的新鲜美食。一旦晒伤，树木常需要好几十年才能把树皮伤口修补包覆完成。就算最后所有的伤口都被封合，树干内部的腐朽情况却并没有因此被抑止，而是会持续扩散。

只是树木并不容易被晒伤，如果从一开始它就长在开阔的地方，自然就会长出厚实的树皮自保，不受紫外线的侵害。不过果树苗就有些娇贵柔弱，有时在冬天温暖出太阳的日子里，它们的砧木（接穗嫁接于上的树木）会因日照出现裂口。基于这个原因，果树树干常会被刷上一层如防晒霜的石灰。

树叶晒伤的情况也与树干大同小异。树木若长在其他树友的荫郁下，因得到的日照显然较少，所以在这个情况下，

正常的树叶无法生产足够的糖分，便会形成特别的阴叶或是阴叶针叶。阴叶比一般叶子更加柔嫩，感光力更佳，这就是为什么树木只靠树梢光照的 3% 就可以存活，只不过没办法有显著的成长（纯粹就是林下叶层）。

如果突然给位于林下叶层的树木充足的日照，而将它的邻树砍除，那么它的树叶将被太阳晒伤。如此一来，这棵树木大概需经过 3 年才能复原，并长出外皮比较厚的叶子。

所以如果想让树木享受更多的空间，必须小心翼翼地一步一步来。若是需要移除的树木不止一棵，你就应该先移除其中的一棵，或是将遮住光线的那棵树木的侧枝先稍加修剪。如此循序渐进地让光照渐渐增强，树木也能够缓慢适应日照环境的改变，它除了能长出厚实的树叶之外，也可形成更结实的树皮以防晒伤。

上细下粗的大脚

有些比较高寿的树木会突然在短短几年间，在树干离地1米处开始快速变粗。在这个高度的树干树围会明显比其他部分增加得更快，这样一来，树木便长成如瓶状的身材。造成这般奇特行径的原因，其实是一场生存竞赛：通过伤口或是一根枯死的粗大树枝，让真菌乘虚侵入慢慢腐朽树干内部。当真菌的生长速度快于树木形成最外圈年轮的速度时，终有一天真菌会扩散到树皮，树木就容易拦腰折断。



呈现瓶状生长的树木，代表树干内部受到有害真菌的感染。

只是这个植物巨人决不会轻易俯首认输，它能感受到树木内有着不请自来的访客正威胁着自身的平衡，于是它便再度竭尽全力快速生长。树木会先在遭菌害的部位尽快产生木质部，因此导致这一部位的年轮变得特别宽。这样拼尽全力生长来对抗真菌的策略，还真的能够取得成效，真菌腐朽的速度与新增的健康木质细胞速度至少维持在一个平手的局面，树木不会因此而健康失衡，只是它付出的代价就是长成一个膨胀鼓起的大桩脚。

温带气旋的损害

德国在 1990 年发生的温带气旋事件让我记忆犹新。那年的二月底来了两股温带低气压：薇薇恩（Vivian）与威柏科（Wiebke）咆哮横扫德国。当时我正患重感冒瘫躺在客厅的沙发椅上，正巧从我们租赁的居所往外观看屋前的溪谷，

一道特别强劲的飓风从山丘上横扫过来。长在溪谷里的唯一一棵苹果树像有人把雨伞收起来一样，瞬间倒地不起。同时，在人工林边缘和上方的几千棵云杉也纷纷断裂而倒，这般景象恐怖至极！

树木对于这种天灾完全束手无策。其实大部分的树木都能禁得起强风考验，挺住站稳。在受风害倾倒和毫发无伤之间，树木受伤轻重的分别在于，哪些伤害是树木可以自行修复，哪些伤害是时间一久就完全没救了。

温带气旋带来的伤害中，最常见的还有花园里树木的粗大枝干断裂。除了树木丧失很大部分的绿色树冠外（能生产的糖分也相对减少很多），真菌也会在伤口处伺机等待攻击。若想帮花园中的树木解围，让伤口快些修补包覆起来，可以将枝干的断裂处锯平整，使得伤口面积变小。有时就算整个树冠被风吹袭折断，也不代表就是死路一条，特别对阔叶树而言，或是连崖柏、落叶松、花旗松等针叶树，也能在来年的夏天冒出新枝丫，然后慢慢长出新的小小的树冠。

树根根系是树木受风害后能够复原的主要根基，相对于受伤残存的树冠部分，整个根系比例对树木来说显得过大，但在根部因此也存有多余的养分。至于受伤的树木是否能完全疗愈，其实决定于树冠萌枝的速度。若万事顺畅，树木很

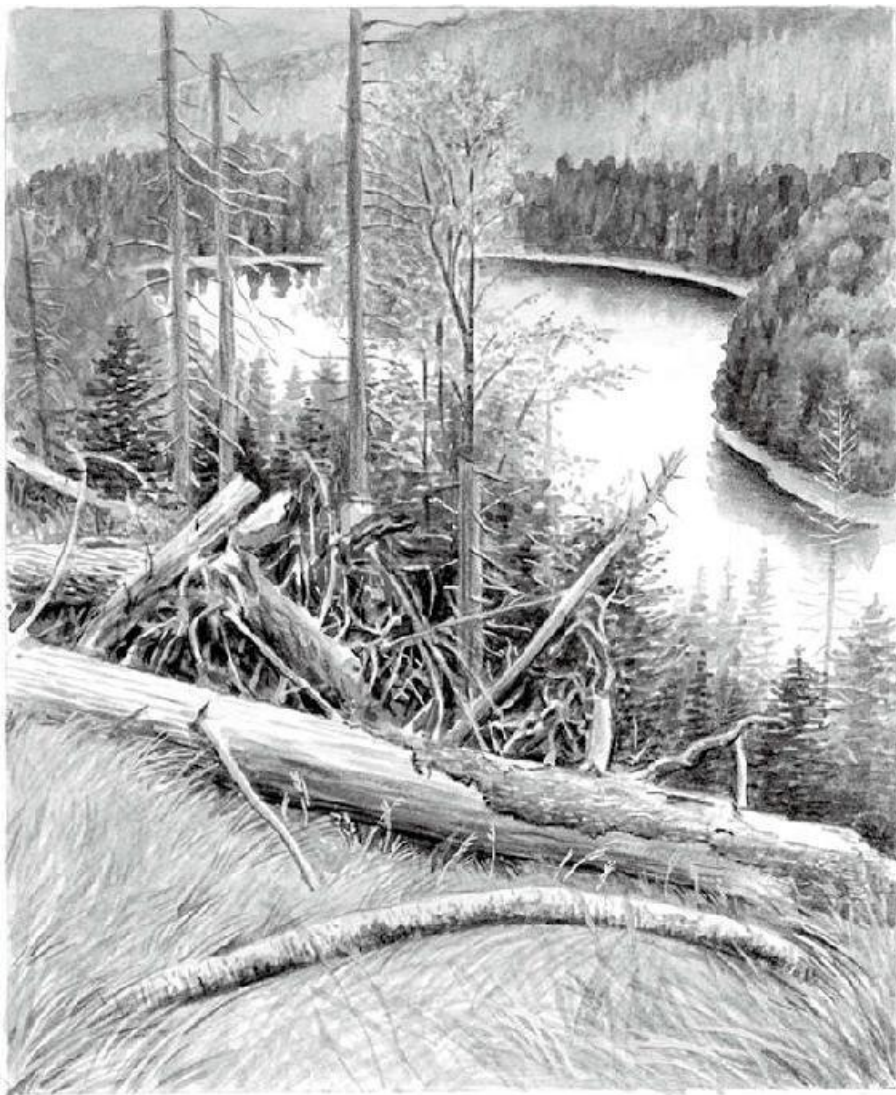
快就可以再度生气蓬勃，具有抵抗力。若树干上的新枝稀少弯曲，生长萎靡不振，这样一来，也无法供应足够养分给粗大的树干与地下根系。结果就是部分树皮陆续剥落，真菌侵入暴露在外的木质部而使树干腐朽衰败，树木更无法遏止死期来临。

小小树冠的唯一好处，就是使树木的根部所受到因杠杆作用而产生的拉力减轻许多，树木再也没有被强风倾覆的风险。因此假如你的花园里也有一棵受到风害变矮、渐渐死去的树木，就让它静静地在花园里长眠，大自然常常都是“失之东隅，收之桑榆”：枯死还立着的腐朽木却是许多昆虫与鸟类栖息的最佳场所。

接下来还要讨论一下风害造成树干倾斜的问题。在了解此问题前，你要多多认识家中的树木，毕竟不是所有树木都是笔直生长的。树木受温带气旋摧残后，即使只是向旁倾斜几厘米，也可能已经具有危险性，因为它有一部分树根可能已经没有固着于土中。树况是否真的如此，只要去花园里绕树木走一圈，就可看出一些蛛丝马迹。

在树冠下绕树干走一圈，并在树根根系范围的土表上踏一踏，若某处土表下陷几厘米，或是泥土突然不正常地黏稠有弹性，这就是树根已经没有紧抓土壤的迹象。若在树木附

近有房舍或有因树木倾倒而受影响的设施，你便应立即砍除这棵树木。此时万一仍有人认为树木连强风吹袭都挺过来了，怎么可能一经较弱的阵风拂过就有倾倒的风险，你要知道这真是天大的错误！因为只要一阵从另一方向吹来的萧瑟狂风吹过树冠，这棵已经受伤、根部没有抓地力的树木，一定马上就倒地不起。



强劲的温带气旋对针叶树树种的威胁最大。

不过，如果树木附近并无任何建筑物体，你倒可试着拯救树木看看。对此，必须先减轻树干的负担，方法就是锯掉倾斜树冠中长又粗大的枝条，只要切除时不要太靠近树干，真菌的危害限度还能控制在树木能够承受的范围。即使只将特别粗大的树枝修剪几米，也能够减轻树木大部分的负担。由于这种剪枝工作相当危险，建议还是由专业砍伐公司执行，专业人员在修剪树冠时能兼顾树木的美感，并将对树木生长的影响降到最低。同时这项修剪措施也给树木好几年的时间休养，好让根部固着力减弱的那一边树根再次落地扎根。

最后一种的树干损伤已无任何抢救措施能派上用场，那就是树干裂伤。树干裂伤常发生在双主干的树木或是长成香蕉状树干外形的树木上，这些树木在遭强风袭击后，会在树干上形成几十厘米长的裂口。

强烈的温带气旋常发生在树木已经安详地进入冬眠后的隆冬时节。如果树干在冬日这段期间裂开，等到夏天时，便会走到生命的尽头。因为夏日时，树上挂满了绿叶，一旦遇猛烈的雷阵雨，整棵树的叶子将负载几百升的雨水，此时已受损的树干再也无法承受增加的重量，便会从裂口处裂开。种在花园的树木树干一旦裂伤，则意味着它的死期不远了。

树癌

癌症这个妖魔鬼怪也在树木界胡作非为。引起人类致癌的因素无以计数，而树木产生树癌 99%的原因，可以确定为由真菌引起。其实植物得癌症的情况与人类相同：病发前的生活方式扮演着举足轻重的角色。一棵身心平衡的树木绝不会生病，它有充足的光源与空间，有完整的生活圈，并在适当的土质中扎根系固。因此会引发树木生病的真菌只能经由树木的外伤入侵，同时真菌也要等到树木已无法尽快修补包覆伤口的时候，才有机会以摧枯拉朽之势进入树木内部。这也是我们前面已多次提到的生死竞赛：当真菌进入树木的那一刻，拉锯战就此揭开序幕。

大多数树木易于在秋天受到病菌感染。此时的树木已准备进入冬眠，若受真菌入侵，它已没有反应的能力。等到来年春天，树木才知觉已受到感染，并开始在伤口增生细胞组

织隔离真菌。有时候真菌能成功地突破防线，导致树木慌慌张张地赶紧生长新的细胞修筑第二道防御线。若树木体弱，无法成功挡住真菌，这样的攻防战就会一而再，再而三地上演，随着时光流逝，树干上会形成一个内部包着不断继续扩散繁殖真菌的巨型树瘤。因为树干内部已经腐朽，而使得木质纤维的走向非常不规则。这种树瘤的伤口经常是潮湿的（在针叶树上总是流着很多的树脂），所以远远就可看出树木的病征。癌症带给树木的致命后果就是失去稳定性。癌疮（Krebsgeschwür）的生长处也变成树木致命的弱点，当树干遭猛风吹袭时，树木易从此处折断，并因此丧命。

有时树癌从树枝处开始发病，同样的，也是在被袭击发病的地方长出疮瘤。这时须将枝干切除并烧毁，以免哪天连树干也遭受到感染。不过如果树木已经生病，就得赶紧行动，将感染的组织挖出移除，树木或许还可能修补包覆伤口再次恢复健康。记得切枝后随即在伤口处抹上封膏药剂，以免这棵树木又因为普通的腐朽病菌而丧命。若是癌瘤已经很大，真菌已经腐朽树干里外，而树瘤的直径已超过树干直径的三分之一，那你实在也无法再为这棵树木做任何的补救了。或许可以加强它的免疫力，将秋天落叶留下并覆盖在根株上，当极端干旱时常常浇水，同时放弃修剪枝干（已染病的枝干例外）。

当伤口暴露在外又潮湿不堪，而树木腐朽的情况已到无可救药的地步，终有一天，基于安全理由砍除这棵病树是不可避免的。

融雪盐的影响

虽然地球的气候愈趋暖化，每年严冬，大雪仍会定期报到。为了保持道路行驶与行人路道行走安全，全德国每年视各邦天气状况，撒用超过 300 万吨的融雪盐。为了撒盐，需大费周章出动大型撒盐车，只是这些盐最后通常都被遗忘。因为融雪盐将随着融雪被雪水融解，无法再度收回。若是含较高盐度的雪水直接流入下水管道，融雪盐并不会造成任何问题，因为在这些雪水还没流入河水之前，已经被雨水稀释了。但是如果融雪盐被投撒于道路后，随着车辆穿梭行驶，路面的浮沫水泡飞溅至道路护坡与路肩，盐水再渗进路边植物生长的地区，或是人行道上所融化的雪水盐度较高，污染

了一旁绿化区的土壤，那么行道树就会因融雪盐而备受威胁。

为了评量盐度较高雪水的危险性，必须再回头探讨一下树根。树根根部由真菌丝和根毛交织成如棉絮般的网络，专门负责吸收水分，其原理是真菌丝和根毛内部，因营养液和糖液浓度比土壤里的水分高，液体浓度高的真菌丝和根毛会像磁铁一样，把土壤里的水分经过细胞壁吸收进根系。如果土壤里的水分因为融雪盐浓度不正常地升高，则导致吸收水分的程序逆转：水分将从根系流失进入土壤。

你或许曾在日常生活中遇到过，食盐能自动吸收空气中的湿气直到结成块状。同样的状况对树木来说，却是险象环生：树木会开始脱水。若正好来场倾盆大雨或融雪后有充足的雪水，还可以大幅冲淡并稀释含盐污水，使根系吸水过程回到正常，树木能再度休养生息。但是如果土壤里盐度过高，树木便会因此死亡。

受到盐害的树木外观表征与遇干旱缺水枯萎的现象一模一样，非常明显也易于辨认。而接下来的夏天，树叶或针叶因缺水而变黄，细小的树枝枯萎死去，就算树木能再次恢复生长，树冠看起来也像是被剪坏头发一样。若你的花园里有一棵树正好长在盐害危险区域内，在早春逢干旱时，用花园的水管好好地浇灌树根，以防树木缺水而死，更好的做法

是把融雪盐换成小碎石，用以防滑并促进融雪。

Chapter 21: 无法避免的担忧

森林有末日吗





科学家于 20 世纪 80 年代初就预言森林末日即将到来。

因酸雨腐蚀树叶与树根根系，

届时只会剩下光秃秃的山脉绵延，

留下空荡荡枯死的树干，

让我们缅怀过往茂绿辉煌的森林盛景。

人类对森林的利用从来没有间断。近几十年来因人口急剧增加，原生林的消失似乎只是时间的问题，迟早都会发生。再加上人类急遽地改变气候与环境，其速度与规模之大也改变了树木的自然生活环境。我们与树木互利互生，它们与我们共存并达到千年高寿。我们不禁要问，树木是否能忍受人类带来生存环境的激烈变化呢？

狩猎制度的影响

狩猎制度在德语地区的形成实在是一场悲剧，其实它的发展不该如此悲情，我们本应合理地对待森林。1848 年是民主起源的诞生年，也是狩猎制度改革的革命性年度，其中一项条款废除王公贵族特权，改成所有佃农、地主有权在自家的庄园内打猎。封建狩猎制度从此成为历史；原本为了满足贵族的打猎乐趣而畜养过剩的野生猎物族群数量，终于在改

革后再度减少。

只是，这项竭力争得的好事历时短暂。就在改革几年后，法令被废除，佃农只允许约在 1 平方千米大小的区域内狩猎。同时佃农根本负担不起狩猎地的佃租，短时间内，庄园的狩猎权再度交回原主：即佃农们的领主，当时的王公贵族。

接下来是自 1900 年开始流行的战利品狩猎（Trophäenjagd）（译注：“战利品狩猎”运动起源于欧洲贵族，延伸到非洲的白人殖民者，他们认为猎取野兽的头颅或犄角的狩猎才是高级的。猎人的目的并不是获取猎物并出售，而是享受狩猎、追逐的乐趣，并将猎物作为纪念品，制作成标本永久保存）。这种狩猎方式有趣的地方是，政府每年都会举行战利品大会，评价猎人猎得的欧洲狍或欧洲马鹿的雄伟鹿角，或是野猪的犬齿。光从统计数字看，每年为了至少猎得一只高壮的欧洲狍、一只雄伟欧洲马鹿或是肥壮的野猪，这些动物族群的总量每种约需增加 100 只。

这时森林也被迫参与到这种战利品狩猎之中。通常每平方千米的天然林，只有一只欧洲狍在其间跳跃，欧洲马鹿与野猪在老山毛榉林与老橡树林内更是少见。假如现在有位猎人只有 2~3 平方千米的承租狩猎区，依正常天然野生动物的族群密度，根本不可能有机会猎到任何动物，更不用谈获

得联邦政府核准，可以拿来挂在居家客厅墙上的狩猎战利品。所以猎人会用饲料喂养野生动物或特别保护雌性动物以增加野生猎物的数量。这项行动执行得相当成功：平均每平方千米约有 30~50 只欧洲狍漫步林中，其中还加上至少 10~20 只野猪，同时视不同区域还有 10 只欧洲马鹿加入。这样的族群密度是天然野生动物正常族群的 50~100 倍。而狼群（Wölfe）与大山猫（猞猁，Luchs）早在几百年前就被猎人赶尽杀绝，如今猎人还使用非法猎杀的手段阻止它们重返林区。

这种形式的狩猎练习比较像畜牧饲养，只要看一看森林里的饲育情形就会更加明了：经人类工厂质量控管的玉米、燕麦、苹果、剩余面包，甚至果仁糖等，都被当作喂食野生动物的饲料。就连看起来好像对野生动物的数量增减没什么影响的饲料槽架，也介入了干扰自然平衡的行列，让这些动物的数量增加。猎人运进森林里的饲料量之高，与把动物饲养在牲厩里的饲料用量根本不相上下。但猎人对外却与反对声浪意见一致，同调齐唱，一同抱怨野猪及它们对花园前庭与葡萄园的破坏。而官方的说法也把环境变迁、气候暖化造成的暖冬效应以及农业玉米种植过量，当作是野生动物数量增加的理由。

欧洲狍与欧洲马鹿有充足的食物，是为了避免它们的数

量减少。这一点我们可以从政府野生动物造成的车祸统计中看出，在统计中，欧洲獾因车祸死亡的数目，比实际上大自然在不受人为干扰下允许生存的欧洲獾数量还要多。

人工喂食野生动物对森林造成了严重的影响。冬日将近尾声时，欧洲獾及其他的野生动物都感到异常饥饿。这种冬日饥饿的现象有科学研究可以解释，不过听起来有点自相矛盾：通常草食动物在严寒冬日都有冬眠的习性，有些动物的体温甚至下降到 20 度以下。若在这时期喂养它们，它们的体温会因消化食物上升，新陈代谢率也急剧升高。冬日喂食野生动物反而让它们变得更为饥饿（译注：因为新陈代谢加快，反而更容易饿；要是一直没吃东西，新陈代谢缓慢，反而比较不饿），表示若要喂饱一只欧洲獾，它每天必须吃掉一公斤半的食物，而这些美食正好是指阔叶树的叶苞。身形矮小的树木是它们容易啃食的目标，最肥美营养丰富的叶苞是在枝顶的顶芽，只要欧洲獾一口咬掉顶芽，这些小树也活不久了（译注：因为顶芽负责生长，树木长高的方式只有顶芽会长高，其他地方都不会）。

每平方千米的狩猎区内，若只有一只欧洲獾出没，对森林不会造成任何问题，但若是 50 只甚至更多欧洲獾在森林里生活，对森林将是一场大灾难。所有的树木幼儿园都会被啃食得光秃秃，这就是为什么德国境内阔叶树森林无法自然

繁殖的原因。用筑篱圈围森林以防止饥饿的草食性动物啃食森林中的橡树或是山毛榉幼苗，就是昭告啃食树苗的野生动物数量增加，让阔叶树无法天然繁殖的悲惨事实。为了应对这种情况以便维持林相的补救办法，从过去到近 100 年来，人们选择栽种愈来愈多的针叶树，因为它们，如森林中的荨麻草（Brennnesseln）与蓟草（Diestel），并不合野生动物的胃口。

几百万年来，草食动物从未危害过土生土长的树种。证明这点最明显的迹象就是德国本土树种没有演化出带有毒素、带刺，或是任何一种防御草食动物啃食的特征。相对的，如黑刺李（Schwarzdorn）、玫瑰或毛地黄（Fingerhut）等温带草原植物，为了保护自己与草食动物抗衡而发展出防御的能力。但是高密度大量的啃食敌军对树木适应能力来说，完全应接不暇——树木非常长寿，树木的世代差距非常大，这两个特点在面对如此高速的环境变迁，只会让树木陷入大麻烦。

虽然这期间法律已规定减少野生猎物的数量，同时野狼与大山猫也受到严格的保育，然而任何一个在田野间或是森林中狩猎的猎人根本没有认真遵守法条。公家机关的监管涣散并且毫无公信力，法律制裁宽松马虎，所以我们将希望放在未来，希望掠食性动物能够再度接管森林。对此，苏联有

句中肯的谚语：“狼到哪儿，森林就长到哪儿！”

外来移民

大部分中欧地区的林木都经历了天翻地覆的变化，说得更具体一点，就是那些远离家乡，被迫生长在陌生环境下的树木，其中有三分之二都是针叶树，而在过去的中欧地区，针叶树除了少数的例外，几乎看不见它们的踪迹。

如今这些人工针叶林被栽植于过去的阔叶天然林中，显得体弱多病。然而森林并不是只由树木所组成，如之前章节的说明，还有一系列的其他生物都属于森林这个自然复合生态系统！不管从真菌、细菌，弹尾虫与蜉蝣虫到鸟类及哺乳动物，以及树木周围环境的其他生物，对于保持树木的健康都十分重要。我以一个发生在北美洲、听起来有些玄奥深妙的例子，来说明自然复合生态系统：一些研究人员应用基因分析法研究位于加拿大西海岸区的老针叶树树干。科学家惊

讶地发现：树干里有来自鲑鱼的分子。但问题是鲑鱼分子是如何进入树木的树干的呢？谜题的解答与当地的熊有关。

每年到了秋天，大熊从山里河流中抓捕往河中洄游的鲑鱼。大熊吃下肥美又富含油脂的鲑鱼并长出一层脂肪层以备度过即将来临的冬天。这样一来，每一次在一阵暴饮暴食后，熊随地在森林里排便，大部分来自吃下鲑鱼消化而来的排泄物正是土壤有机生物的营养来源，接着树木再从经微生物分解的物质中取得养分。经过好几年后，树木累积了大量的这类有机肥料。因此人们推断，鲑鱼的存在对北美西海岸大多数的森林而言至关重要。

现在再回来谈谈针叶树。它们远离遥远的家乡来到陌生的中欧生态系统里，虽然针叶树在这里的生长情况如何，有很多地方都还需经过研究证实，但我们可以猜测这些进口的针叶树种被移民到这里生长，一定还缺东缺西。你可以去看一下云杉下的土壤土质如何，常常只看到咖啡色土表上被落下的枯萎针叶覆盖。显然我们这里的土壤微生物对这种相当酸的异国餐完全没有兴趣（译注：针叶树的叶子酸碱值偏酸）。

云杉等针叶树种也从北方带了几种伴手礼到中欧，其中一种生物是红褐林蚁（Rote Waldameise）。这种昆虫在中欧受到相当的关注与保护，人们用铁丝护罩（Drahthauben）保

护蚁穴，预防蚁穴被破坏。为何这种蚂蚁不是中欧区土产的？这是很容易理解的：你曾见过蚁窝是用叶子盖造而成的吗？没有。中欧地区是阔叶林的地盘，如果红褐林蚁是这儿土产的蚁类，那么它们的蚁窝应该不是用针叶，而应该是用阔叶盖筑。

跟随树木从外移居来此生态系统的成员常常不会一起移民，而是中间有很大的时间差。几年前，我被隔壁镇的镇长请去探看一棵在市府前的科罗拉多冷杉（Coloradotanne）。因为他们发现树枝上有一种相当显眼的昆虫，而树下的地表被其秽物弄得一塌糊涂。这祸害鬼被称作冷杉大蚜虫（Coloradotannen-Rindenläuse），身形比德国原生的蚜虫大两倍，全身乌黑，它们显然是随着北美的进口物来到中欧的，如今留居在适宜生存的公园树上。

这就是为什么外来种常常有着不易染病又强韧的名声：是因为攻击感染这个树种的病菌和寄生虫都还留在家乡啊！现今通过全球化，这场游戏变得像赌场轮盘一样，森林里的移民身上无时无刻都有可能出现令人措手不及的不速之客。

有时这些进口的树木也不会乖乖地待在被分配的地域里，它们会肆无忌惮（借由种子）往空阔地区四处迁移繁殖。假如中欧地区的老山毛榉林还存在，绝不会发生外来树种到

处播种的状况：因为在高大母树下是如此的晦暗，让任何其他树种都无法生存。

相对地在人工林区内常见的开阔地，会让其他树种有机可趁，并可快速扩张生长。比如从北美进口的野黑樱（Spätblühende Traubenkirsche）常种在庭园公园。在林业上，野黑樱完全没有经济价值，比起原产地，野黑樱在德国却长得更像灌木。如今这种树广泛扩散至东德及北德的松树林区，数量之多已经使得其他的植物毫无生长机会。更确切的观察结果表明，人为造成大量繁殖的野生动物，特别是欧洲獾与欧洲马鹿助长了这个树种的扩散。因为野黑樱根本不合本土野生动物的口味，所以只有土产阔叶树遭动物啃食，野黑樱树这外来客就这样在没有竞争对手树木的环境下蓬勃生长。

大致上“当被引进的树种因失控扩散造成生态问题，表示大自然已处于失衡的状态”的说法是正确的。若你计划在花园内种树，应该事先询问探听一下所挑选植栽的树种，是否会乖乖地待在你的花园里。

森林退化

科学家于 20 世纪 80 年代初就预言森林末日即将到来。因酸雨腐蚀树叶与树根根系，到公元 2000 年时，只剩下光秃秃的山脉绵延，只留下空荡荡枯死的树干得以让我们缅怀过往茂绿辉煌的森林盛景。

如今我们已经知道这个预言很离谱，但这个预言让人们对环境可能崩溃而感到恐慌害怕，人类也因此实施了不少改善的措施。空气清浄法规的推行与装设车用催化转换器，使雨水的酸度计量几乎下降到工业革命前的水平。森林从衰退中再度欣欣向荣，林务单位也顺水推舟浇息舆论。

难道现在的森林真的再次恢复健康了吗？这个问题不论在现在或过去，都不那么容易被回答。先探讨一下目前的现况：从 16 乘以 16 平方千米的区块内设定永久样区，样区的树木需接受专业研究人员评鉴，评鉴的重点是树叶与针叶。观察有多少叶子挂悬在树上及其健康级数。若树冠有间隙或叶子泛黄，就评级为生病。这种评鉴法似乎非常简单，果真如此吗？前文曾经提过，健康的树木比起已生病的树木来说，较不容易受病害感染。比如德国的云杉经常患病，与云杉远

方的家乡比较，这里的气候过度温暖与干燥。山毛榉常被评为轻微生病，因它常受邻居被砍除而晒伤之苦，或是被沉重的伐木机压迫到树根。以上造成树木生病的因素不在取样研究小组的考量之内，其后果就是：生病的树木虽被研究人员评估辨识，但真正致病的缘由干脆全都推给空气污染。

还有另一个现象会让取样说明报告更加严重地被扭曲。还记得在第十七章中提过，当树冠上端的树枝渐渐干枯死去，死去的树枝将随着下一次的强风来袭落下，而导致树冠渐渐萎缩变小。生病的树木也是如此：树枝被特定的污染物质污染而干枯萎缩，猛烈的强风吹落残枝。评估小组在强风后才展开评鉴，病树已比较矮短，但留下的枝丫看起来依旧健康，这棵病树会被想当然地误判成属于健康等级。

另一个干扰研究的变量是林务员。通常林务员发现一棵树木生病了，在树木还没死去依旧具有经济价值时，就会请工人帮忙把树木砍除。隔年考察小组审查取样时，被砍掉的树木会被旁边的树木取代，而它肯定比被砍除的树木看起来更加健康（要不然林务员马上就会将它一同砍掉了）。

这样特殊的统计系统使森林损害的统计在某种程度上毫无意义，毕竟生病受损的树木都会被砍除。不过目前的林相似乎比 20 年前看起来更加健康，因空气质量可确切测量，

空气的确比过往更加清静。但仍存在以下的问题：比如农业耕作与交通车辆产生的氮气含量也就是氮氧化物（Stickoxide），它们来自几百万个排气管、农肥车后喷出的粪肥雨，或是因畜牧业产生的排泄物（Darmwinde），还有农地喷洒的氮肥（Stickstoffdünger）。这些氮气有一大部分又排放至大气中——这些气体随着雨水落下再淋在树木上，除了形成酸雨之外，还挟带大量的氮落在树上。这些不经意投落树林的氮肥，对林木生长非常有帮助，会明显地加快山毛榉、橡树、云杉及其他树木的生长，它们每年增长的高度与身围比 30 年前大约多了 1/3，所以林务单位的树林成长表计算、木材砍伐收入计算标准，都必须随着增大的树身修改更新。

平白得到多余养料的树木表面上虽然显得相当健康，实际上对它本身却会造成反效果。因树木将精力都用在竭力生长，相对地便没办法分配太多能量抵御疾病。这就跟服用禁药的健美健将没什么两样，虽然美肌壮如山，却赔上了身体健康。再加上盛夏时因汽车废气而产生高浓度臭氧。（臭氧又称为超氧，是比氧气氧化性高的同素异形体），将会腐蚀针叶与阔叶。以上提到的污染总和对树木造成的影响与 20 世纪 80 年代早期的情况相同——森林退化——只不过今日造成森林退化的原因跟过去不一样。

受空气污染物危害的树木会把它的苦痛清楚地表现出来。刚开始它会先抛弃一部分针叶或叶子，这样的举动很令人感到矛盾，因为这样做会让树木损失更多力气，无法补充能量。树木这样做是因为树叶已被腐蚀，在被腐蚀的树叶还未完全死去前，树木如在秋天一样，会把储存在叶子中的养分回收，避免损失更多的元气。这个过程在针叶树上更是显露无遗：一棵健康云杉的枝条上大约有 7 个小枝，我们可以从它阶层式对称生长看出小枝每年生长的情形。当云杉每年新长出一轮小枝时，最底下、最老的那轮就会枯萎死去，松树枝条上的小枝是 3 到 4 层，银冷杉的话会有 10 层或更多。

如果针叶退落替换的速度比增长的还快，小枝的数目就会愈来愈少。这样的后果会是：树木的树冠变得稀稀落落。同样的情况也会发生在阔叶树上，因为树梢浸浴在有害物质之中，其上细小的树枝会枯萎凋落，蓊蓊郁郁的树冠也会年年渐趋消退变小。

有句林务员的谚语是这样说的：“从一棵健康树木的树梢上看不见鸟歇息。”意思是树木的枝叶（以及针叶）是如此茂盛繁密，以至于动物能深藏其中。

评断树木是否生病更简易的方法是遵循树木的生长走向，从树根起往上，经树干至树梢顶，再仰头往天上瞧。若

是健康的树木，仰望时，从树木的某一个高度起，你的视线就会被密枝茂叶挡着，看不到天际。反之，你若能从树干往上直接看到树冠的树梢，就表示树木已经体弱多病。

你家花园里的树木是否在持久的艳阳天期间遭受了臭氧的伤害？它的损害可从树叶显示出来。盛夏时，叶子会染黄吗？最后叶子还是呈古铜色吗？或是针叶树上的小针叶颜色是斑驳的吗？臭氧会先腐蚀树叶的叶面，在受到长期的臭氧损害后，接着才出现叶背受腐蚀的情形。

身为花园主人的你对此已爱莫能助，隔年树木虽将再度恢复，但臭氧的损害已削弱树木的抵抗力，它不再身强体壮，有可能因其他的因素而生病。

发烧的病人

目前环保政策最大的议题就是气候变迁。气候变迁使气

温不断上升，导致发生了越来越多的旱灾，一直融化的极地冰帽与更加强烈的暴风使地球有如一位发烧的病人。为了达成气候平均升高温度低于 2 度的限制，欧洲地区早已竭尽心力采取特别的防范措施。然而这个规章措施究竟有什么意义？请不用担心，我不属于任何反对这项气候规章的阵营。只是我们更应该进一步来探讨目前因气候变迁因应措施对树木有何影响。

其中生质能的密集使用对树木有重要的影响。生质能发电厂（Kraftwerk）如雨后春笋般一座座设置于地表，同时发电燃料的需求量也相当大。除了玉米（Mais）与油菜籽（Raps）等燃料外，木材变得非常重要。如此造成的严重后果是：至今森林里再生的树木，还不够应付产业木料的饥渴需求，若愈来愈多的木材供给生质能发电厂当燃料，木材供应不足的问题将愈演愈烈并更加难以解决。林务单位的解决方案为：将树冠、柴薪或残枝败干等没有经济价值的木材公告为潜在资源（译注：潜在资源是指那些当前存在于某一区域，且将来可加以使用的资源。例如矿物油可能存在于印度的许多具有沉积岩的地区，但是要开采出来并投入使用，仍需要花费一定的时间，因而依然属于一种潜在资源），而且使用量愈来愈大。过去人们总爱声称，基于生态保护的缘故，应把这些杂乱却还有剩余价值的残枝根株留在森林里，如今林务局却

公告了南辕北辙的使用规范。各县市都想藉助燃烧这些被剁成的木屑和碎木块达到碳平衡。因为木料耗用使留在自然环境循环的生质能愈来愈少，进而干扰了脆弱的食物链，让森林土壤所需的养料大失血，土质愈趋贫瘠。



留在森林中的柴薪或残枝败干愈渐稀少，使林中土壤贫瘠化，同时生态系统正被持续地破坏着。

人类认为燃烧树木可以维持碳中和，而真相是：这个说法并不正确。迄今人们都认为树木被燃烧加热时释出许多二氧化碳，正如它生长发育时吸入的一样多，不管人们以木料燃烧或是真菌与细菌分解腐朽木而产出的二氧化碳，都会再度释放到空气中，不过这种想法是错误的。欧洲大学联合研

究协会与一项定名为“Carboeurope 欧洲碳”的研究计划发现，森林会持续不停地固碳（Kohlenstoff）（译注：指森林能固定的碳比释放的多），特别是古老的原生林能固定大量的二氧化碳。一直到人工长期经营森林开始，森林固定的碳比释放的多这种能力才渐渐丧失，在一次次砍伐育林的循环中，森林固定和释放的二氧化碳总合才会常常归零。

目前森林被严重剥削，对减缓气候变迁没有任何值得称道的贡献，相反的，人类竟掠夺争抢所有的残枝残株，破坏那最后一点点的健康的自然。生活环境受到破坏才是伤害树木的幕后黑手，健康的树木不会因气候变迁手忙脚乱，无法应付。气温与降雨这些现象的变化，树木原本就能够应付。因为在树木 400~500 年的生命中，这些要素就从来不曾恒定维持过。

从各种树木的扩散区域就能看出有多少种树木能够忍受气候的变迁。从西西里岛（Sizilien）至瑞典南部（Südschweden），都能见到我们家乡的山毛榉，也就是说山毛榉能够适应条件差异很大的地理环境。地球变暖预示着地球会有 2~4 度的升温。根据最新的研究状况，气候变暖对土生土产的阔叶树种并不会造成任何影响，只对从外地引进的树种会有影响，因为中欧地区的气候对它们来说，原本就过度温暖。倒不如说气候变暖对恢复原生林相是一个机会，终于能

够减少人工大量栽植云杉、松树及落叶松的情形了。

我不建议林业或是园艺爱好者为面对气候变迁而改种喜欢温暖环境的树种。因为对许多树种来说，酷寒严冬才是决定它们能不能生存的关键。平均气温增高并不代表酷寒冬日不再来临，虽然这种气候将越来越少见，但是有时仍会发生；当芽苞与树枝不再是每 2 年而是每 20 年才被极冷的零下温度冻死，这对树木来说并没有分别。

我还有另一个好建议，就是按兵不动。我们土产的树种，不论是榉树、橡树或是果树，都已为未来的气候变迁做好准备。非当地、外移而来的树木，目前则问题重重，气候变迁只会让它们的处境更艰难。

灭绝

我们可以确定树木是非常有韧性的生物。因为遭人类破

坏造成的无数伤口，树木都可自行休养恢复。可是树木有着一个很少被关注的大危机，会从另一个方面给树木带来极大威胁：基因灭绝。

自从人类开启计划性经济造林，人类就开始选拔培植树木。起初只培育想要的果树，人们只选择会结出硕大果实的个体后代培育，这种选拔育种的过程至少有 3000 年之久。若想要加速促进生长就运用嫁接技术，只将会结出优良品种的果树枝条嫁接在别棵小树上。这让原本从幼苗长成大树到开花的等待蛰伏期，以及果树因培育出不一样品种而让人感到意外的状况，都将成为历史。

人工育种和嫁接对野梨树与野生苹果树会造成严重的后果。由于传授花粉的蜜蜂无法辨识野生与人工育种果树的差别，只会一棵接一棵地寻觅花蜜与花粉，而不管果树的品种。蜜蜂在一阵忙乱下把培植育种的花粉传授给野生种的花朵，结果野生果树的种子变成了杂交品种，对延续野生品种的基因完全没有帮助。由于果树的杂交混合（Vermischung）已持续千年，研究人员一致认为中欧地区目前再也没有纯正的野苹果或野梨了。

至于其他的野生树种有一天也会变成过去式，只不过人们还没有意识到这个危机。每个林务人员进行疏伐时，都选

择他们认为应该被砍除的树木，在育林的前 100 年，任何显出瑕疵的树木会被砍除，例如那些树干过于弯曲或有螺旋纹理的树干，有的枝干太粗或是形成双主干的树木。总之，所有长得不适合制材的树木都会被挑出砍除。只有在适合收获时，长得最好的树木可以继续变粗生长，因为这样的做法才能使森林经营的利润最大化。对了，通常它们在收获之前，还应该会再次繁衍结果，以便让它优良的特质传延后代。这种育林的方法与育种培植的手法如出一辙，即使大部分林务工作人员都摒弃这种说法，然而育林专业术语所说的“人工择伐”，明明指的就是这种人工育种的方式。

人工择伐的后果

在过去，每个树木个体的基因曾经有很大的差异，经过人工择伐后，差异会降低，多样性减少，也导致树木适应环境变化的能力变差。

这种后果经由人工育苗会更加严重：育苗时不可或缺且用来传香火的种子，在专业林场只能来自国家认可林区内树木的种子。这些树木能获得国家认证的原因，只不过是这些树木会结很多种子，并具有人类想要性状的特征。

从自然的观点来看，这些树木的基因特别单调乏味，而且已经丧失部分的特定性状。几百万棵人工选种的树苗已经被种在森林里，这些性状单一的特选种已经威胁到不同林区的树木。

生长在哈茨（Harz）山区的山毛榉与在黑森林区或是蒂罗尔州（Tirol）的差异极大。在苗圃里长大成树的学子们，跟随着早春春风传播花粉，早晚有一天，原生的树种群会灭绝消失，它们会在不久的将来步果树的后尘。

上述林木的悲苦命运还没完。生质能源燃料的风潮越演越烈，越来越多的农民将农地改成栽种短期经济林的种植园。杨树及柳树的枝条经扦插后，被种在农业用地上，5年至10年内，这些像手臂一样粗的小树被伐木机裁切，木片碎屑主要被当作生质能源发电厂的燃料。

这些扦插用的枝条是人工自行培育混合不同树种的杂交种，培育这个品种的主要目的就是提高生长速度和产量。在这种情况下，刚好因柳树与杨树的开花树龄相当年轻，以

至于从人工林所产生的花粉会多得像雨水一样浇洒在野生种上。再加上这两种树木的种子能够传播到特别远的地方（参见第三章），所以这些人工育种的杨树和柳树迟早都会在开阔的空地传播繁殖。

总结上述说明，大面积保育区的规划显得特别有意义，而且面积越大越好：应该是 100 平方千米或是更大，减少邻近保育区人工选择品种的植株的影响。这种野生种孤岛的保育区是许多动物与植物物种的诺亚方舟，可以保持树种基因的多样性，因此也具有经济上的重要价值。假若人工育种的森林全部突然被证实感染一种特定疾病，怎么办？如果我们有一个保育区，像基因储蓄银行一样保存不同的基因，可以在情况紧急时从中“提款”，用来种植一片新的森林，这不是一件让人放心又很美好的事吗？

德国政府也因此正在研拟一项政策：5%的森林面积应该规划为长期保育区，这表示仍有 95%的森林被无情地用在木材经济上。然而反对的声浪非常高，不用惊讶，这些反对的声音当然是来自很多的木材商人和林业团体。

政治说客的论点是，设保育区是画蛇添足，因为传统的林务业者一向都以大自然的利益为优先考量。这个论点非常

荒谬，就好像一个畜牧业的酪农认为他养在高级又现代化牛栏的人工选种牛，对保持野生牛群有所助益一样可笑。

目前，“5%的森林面积被划为保育区”未达成共识，所有的法规更动都在讨论的阶段，但同时几乎所有的森林地区还是不断地从事着经济生产。由于森林经营被认为符合自然保护，因此即使在自然保护区也可以砍伐木材。这表明想妥善保护我们的森林，还有一段很长的路要走。

后记：独特的价值与共享时光

你一定感觉到我很爱树木，但过去的我并非如此。

年轻时，大自然让我感到痴迷。不论上山、下海或是深入密林，我喜爱身在户外，享受蓝天下那片永无止境的广阔大地。

有一天我变成了林务局工作人员，实现了我想要整日与树木打交道的梦想。我学习如何经营森林，如何种树、维护并收获林木以及供给木材工业所需要的原料。在当了林务局公务员几年后，我开始质疑教授所传授的系统性知识，于是便寻找另一种森林经营的管理形式。林业中有少数遵循大自然的方式经营森林的同事，他们向我展示如何用温柔的方式对待树木。因此我学到在同一地区需保存不同世代的树木，

以及考虑它们之间的社交共处之道。这让森林明显地松了一口气，但这还不是使我对待森林的方式有突破进展的主要原因。

一直到我将辖区一块非常老的榉树林规划为树葬的地点并成为保护区时，才使我对待森林的态度有了 180 度的转变。我发现客户在林区寻找树葬的地点时是用另一种眼光看待树木的。完美光滑的树干最适合用来制材？客户对这点完全没有兴趣。多节多瘤的树干、弯得有趣的树干或住着啄木鸟房客的树干，这些才是客人喜欢的树葬地点。同时，客户也让我学到更加用心地去观察注意一些林业以外的事情。

我开始注意到被砍除的老根株，因受到身边树友好几世纪的帮忙而继续活着；树木中有冒险家也有胆小鬼（可从落叶的时刻分辨出来）；树木后代可以在母树的阴影下无止境地蛰伏等待，这些现象都是我在保护区成立后才学到和观察到的。对我来说，用夸张的方式来形容我的转变，就像从以人工工业化大规模畜牧到突然转成有机畜牧。

如今对我而言，每棵树木都具有它独特的价值。而且现在我在森林或是花园工作时，心态上变得安心自然，因为我总是会不时地发现这些巨大木本植物有很多不同的特殊性格，经常都让我会心一笑。

我祝福你与你们的树木们也有一段扣人心弦的发现之旅，特别是与树木共同拥有许多欢喜乐陶陶的美好时光。

附录：中德名词用语对照

A

Abschiedskragen 枝领

Abwasserleitung 排水管

Altersklassenwald 同龄林

Altersschätzung 估算年龄

Ammen 奶妈 / 保姆

Angstreiser 分蘖枝

Apfelbaum 苹果树

Asseln 潮虫

Äste 树枝

Astnarben 枝瘤

Astquirle 轮状侧枝

Astring 领环

Astwunde 枝瘤

Auslesedurchforstung 人工择伐

B

Bakterienbefall 细菌感染

Bastschicht 韧皮层

Baumfäkalien 树木排泄物

Baumkinder 树苗 / 苗木

Baumscheiben 树干的圆环切片， 或指树木圆周敷
盖区

Baumschnecke 树蜗牛

Baumschneigel 蛞蝓

Baumschnitt 剪枝

Baumwachs 树脂

Befruchtung 受精

Bestäubung 授粉

Beulen 疙瘩 / 瘤

Bioenergie 生机能源

Biomasse 生物质量

Birke 桦树

Blätter 树叶

Blattfall 落叶

Blitzschlag 雷击

Blürrhythmus 开花节奏， 开花周期

Blüten 花

Boden 土壤

Bodenfließen 土石流失

Bodenschäden 土壤流失

Borke 树皮

Borkenkäfer 小蠹虫

Braunfäule 褐腐

Buchdrucker 云杉八齿小蠹

Buche 山毛榉

C

Carotinoide 类胡萝卜素

Cellulose 纤维素

Chinesenbart 中国人八字胡， 此处指枝皮脊

Coloradotannen-Rindenläuse 冷杉大蚜虫

D

Dendrochronologie 树木年轮学

Drehwuchs 螺旋纹理

Druckholz 压缩木

Durst 口渴 / 缺水

E

Edelreiser 接穗

Efeu 常春藤

Eiche 橡树

Eichelhäher 西欧小松鸦 松鸦

Eichenwickler 橡树卷叶蛾

Eichhörnchen 欧亚红松鼠

Einwachsungen 接触生长

Erdaushub 建材废土

Eremiten 隐士甲虫

Erle 赤杨

F

Fällung 砍伐

Fäulnis 腐朽

Fäulniserreger 腐朽病原

Faulpelze 懒惰虫

Feuerbrand 梨火疫病

Fichte 云杉

Flachwurzler 浅根

flaschenförmiger Wuchs 瓶状生长

Flechten 地衣类

Fortpflanzung 繁殖

Freundschaft 友情

Frostschutzmittel 防冻剂

G

Gene 基因

H

Hainbuche 千金榆

Hängebirke 垂枝桦树

Hängematte 吊床

Harz 树脂

Hecken 树篱

Heckenschnitt 修剪树篱

Herbstfärbung 秋天变色 / 秋天叶变

Hirsche 红鹿 / 欧洲马鹿

Hitze 热浪

Höchstalter 寿命上限

Hohlkehlen 凹槽

Holz 木质部（木材）

Humus 腐植质

immergrün 常绿

Insekten 昆虫

Interzeption 截留

J

Jagd 狩猎

Jahresringe 年轮

K

Kambium 形成层

Kernholz 心材

Kiefer 松属

Klettergärten 丛林绳索探险公园

Kletterpflanzen 藤本类植物

klimateutral 碳中和是指总释放 碳量为零

Klimawandel 气候变迁

Kohlenstoff 碳元素

Kommunikation 通信

Konsolenpilze 多孔菌目

Krankheiten 疾病

Krebs 树癌

Krone 树冠

Kronenpfade 树冠步道

Kronenverlagerung 树冠位移

Kupfernägel 铜钉

Kurzumtriebsplantagen 短期经济林

L

Laub 落叶

Laubbäume 阔叶树

Laubfresser 落叶分解微生物

Läuse 虱子

Lichtbaumart 阳性树种

Lignin 木质素

Linde 椴树属

Luftverschmutzung 空气污染

M

Mastjahre 丰年

Mistel 槲寄生

Mitbewohner 室友

Mittelspecht 斑点啄木鸟

Moorbirke 毛桦

Moosbesatz 苔藓分布位置

Moose 苔藓

Müllabfuhr 排泄作用，代谢废物 排出体外

Mykorrhiza 菌根

N

Nachhaltigkeit 永续经营

Nadelbäume 针叶树

Niederwald 矮林作业

Nistkästen 人工鸟巢

O

Obstbäume 果树

Ozon 臭氧

Ozonschäden 臭氧伤害

P

Pappel 杨树

Pflanzung 栽种 / 种植

Pfropfreiser 嫁接接穗

Pilze 真菌

Pionierbaumarten 先驱树种

Pollen 花粉

R

Rangordnung 阶级顺序

Regen 雨水

Regenwürmer 蚯蚓

Rehe 欧洲

Rinde 树

Rindenfalten 树皮裂痕

Rindenverletzungen 树皮损伤

Ringelung 环切

Risse 裂缝

Rosen 玫瑰花

Rotbuche 欧洲山毛榉

Rote Waldameise 红褐林蚁

Rückschnitt 修枝

S

Samen 种子

Sämling 苗木

Schattbaumart 耐阴性树种

Schattenblätter 阴叶

Schaukel 荡鞦韆

Schiefstand 树木倾斜

Schmerzen 疼痛

Siegel 封蜡章，此指圆形树疤

Sonnenbrand 晒伤

Sortenvielfalt 品种多样性

Spalierobst 棚架果树

Spätblühende Traubenkirsche 野黑樱

Specht 啄木鸟

Splintholz 边材

Splitterschaden 碎片伤害

Stacheldraht 刺铁丝线

Stamm 树干

Stammriss 树干裂痕

Stieleiche 夏栎

Stockausschlag 根株萌芽

Storchennestkrone 白鹳鸟巢状树冠

Streithähne 斗鸡

Stress 压力

Streusalz 融雪盐

Sturm 温带气旋

Stützwurzel 支撑根

Superorganismus 超级生物体

T

tausendjähriger Baum 神木

Textilbänder 织带

Tod 死亡

Totholz 枯木 / 腐木

Traubeneiche 无梗花栎

U

Überfüllung 过度拥挤

Überwallung 残枝包覆

Unglücksbalken 回生枝

Unterlagen 砧木

Urwald 原生林

UV-Strahlung 紫外线

V

Vegetationsperiode 生长期

Veredeln 嫁接

Vergreisen 老化

Vitalität 生长力 / 生命力

Vogelkirsche 欧洲甜樱桃

W

Waldbrände 森林火灾

Waldrebe 铁线莲

Waldschadensstatistik 森林损害统计

Waldsterben 森林死亡

Wäscheleine 晒衣线

Wasserhaushalt 水分收支

Wasserleitung 水管，在此指维管束

Wassermanagement 水分收支管理

Wassertransport 水分运输

Weißfäuleerreger 腐朽病原

Wildnisinseln 野生种孤岛

Wildschwein 野猪

Wimmerwuchs 波浪状纹理

Winterschlaf 冬眠

Wühlmäuse 田鼠亚科

Wunden 伤口

Wurzel 树根

Wurzelausläufer 侧根

Wurzelballen 根球

Wurzeltypen 树根种类

Z

Zugholz 伸张材

Zugwurzel 牵引根

Zwiesel 双主干

版权信息

书名：树的秘密语言

作者：（德）彼得·渥雷本著

出版社：北京联合出版公司

出版时间：2019 年 8 月

ISBN：978-7-5596-3475-7

版权所有·侵权必究



彼得·渥雷本

Peter Wohlleben

德國
自然科學
博士

德國
自然科學
博士

學會傾聽樹語
潛入樹的神秘世界

樹的 祕密語言

Bäume verstehen: Was uns Bäume erzählen,
wie mit sie naturnah zu pflegen

一本可以帶到戶外，
直接與樹溝通的樹語教本。

林試所植物園圃組員——董景生
國立臺灣大學森林環境暨資源學系教授兼實驗林管理處處長——陳明哲
作家——曹紅花
牙醫、作家、環保志工——李偉文
自然作家——范欽顯
財團法人財團環境聯合基金會執行長——朱華芳
國立臺灣大學森林環境暨資源學系教授——袁孝雄
荒野基金會董事長——徐仁修
生態學家——金豐謙
科學與作家——張東蓀

人類與自然和諧共處，
是人類文明進步的基礎。

頁數 168